



**Bruno Miguel Santos Marcação CE de Agregados e de Pedra Natural
Castro**



**Bruno Miguel Santos
Castro**

Marcação CE de Agregados e de Pedra Natural

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Minerais e Rochas Industriais, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor José Lopes Velho, Professor Auxiliar do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, e co-orientação do Prof. Doutor Mário Quinta Ferreira, Professor Associado da Universidade de Coimbra.

o júri

presidente

Doutor **Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha**, Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Doutor **Mário de Oliveira Quinta Ferreira**, Professor Associado da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra **(Co-Orientador)**

Doutor **José António Ganilho Lopes Velho**, Professor Associado da Universidade de Aveiro **(Orientador)**

Doutora **Lídia Maria Gil Catarino**, Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

agradecimentos

Pese embora que a dissertação seja um trabalho individual, há contributos, que tornaram possível a sua realização, e que não devem deixar de ser realçados. Por essa razão gostaria de apresentar os meus sinceros agradecimentos:

Ao Professor Doutor José Lopes Velho e Professor Doutor Mário Quinta Ferreira, orientador e co-orientador, desta dissertação, por todo apoio prestado e pela disponibilidade demonstrada ao longo deste tempo.

Ao Luis Pereira, Ana Mairos, Ricardo Ferreira e Maria Alexandra pelo apoio prestado no trabalho laboratorial, não só pela mão de obra, mas sobretudo pela boa disposição sempre presente.

À malta sempre presente quando era necessário, ou não, algum apoio...

À minha família, sobretudo aos meus Pais por tudo o que fizeram e ainda fazem por mim.

E minha mais que tudo... Su, muito obrigado.... Por tudo e por nada....

palavras-chave

Marcação CE, agregados, balastro, pedra natural, normalização, directiva dos produtos de construção.

resumo

Durante décadas a indústria extrativa viveu esteve apenas interessada em produzir muito a baixos custos, sem no entanto se preocupar com questões ambientais, de segurança e qualidade dos materiais. Mas a grande mudança está a ocorrer com a implementação da Directiva dos Produtos de Construção e com o sistema de Marcação CE. Esta directiva, foi aprovada em 1989 (Directiva 89/106/CEE, de 21 de Dezembro de 1988 e modificada pela directiva 93/68/CEE, de 22 de Julho de 1993, de 10 de Abril), surgiu para evitar as barreiras impostas à livre circulação de produtos de construção, no seio da comunidade Europeia. Esta medida acaba por constituir uma inegável mais valia para os produtos nacionais, uma vez que, para além de facilitar a comercialização no seio da União Europeia, por outro lado induz a procura dos produtos certificados em detrimento dos que não possuem esta marcação. Entre esse produtos temos as pedras naturais e os agregados, susceptíveis de aproveitamento e valorização, encontrando-se repartidos em Portugal um pouco por todo o território, sendo de realçar o seu contributo para a criação de riqueza e desenvolvimento do País, proporcionando ao sector a necessária sustentabilidade.

Neste contexto pretende-se com este trabalho apresentar a aplicação da metodologia utilizada na marcação CE de duas pedras naturais, ambas calcários, provenientes do Maciço Calcário Estremenho e de agregados de diferentes granulometrias. Para o efeito, são analisadas as condicionantes impostas pela marcação CE, para a pedra natural com as normas harmonizadas EN 1341:2004 - Lajes de pedra natural para pavimentos exteriores e a EN 1342:2004 - Calçada de pedra natural para pavimentos exteriores para a pedra natural e para os agregados com as normas harmonizadas NP EN 13450:2003 – Agregados para balastro de via férrea e a EN 12620:2002 – Agregados para betão. Neste âmbito foram realizados diversos ensaios cujos resultados e significado são discutidos tendo em vista a sua comercialização.

keywords

CE Marking, aggregates, ballast, natural stones, normalization, construction product directive.

abstract

The extractive industry for several decades lived only interested in produce a great deal at lower costs, without considerate environment issues and the material quality and security. But great changes are occurring with the implementation of Construction Product Directive and with the system of CE Marking. This directive was approve in 1989 (Directive 89/106/CEE, from 21 of December of 1988 and changed by the directive 93/68/CEE, from 22 of July of 1993, from April 10), appear to prevent the barriers imposed to the free circulation of products inside the European community. This measure is of a great deal of importance for the national products, once, it eases the commercialization inside the European community, and induces the search for certificated products instead the products that don't have it.

The natural stones and the aggregates are between those, and are distributed all over the Portuguese territory, being of enhance is contribute to the development and prosperity of the Country, providing the necessary sustainability to the sector.

In this context, this research intends to present the methodology adopted in CE marking of two natural stones, both limestone, proceeding from the "Estremenho" limestone rockmass, and several gradings aggregates. Four harmonized norms were applied in this research: EN 1341:2004 – Slabs of natural stone for external pavements and EN 1342:2004 – Setts of natural stone for external paving, both for natural stone, and NP EN 13450:2003 – Aggregates for railway ballast and EN12620:2002 – Aggregates for concrete. Several characterization tests were made and the results are presented and interpreted with the main goal to show its usefulness for commercialization.

Índice

Agradecimentos

Resumo

Abstract

CAPÍTULO 1: Introdução

1.1. – Introdução geral.....	3
1.2. – Objectivos.....	7
1.3. – Estrutura da dissertação.....	9
1.4. – Directiva dos produtos de construção.....	10
1.4.1. – Aspectos mais relevantes da directiva dos produtos de construção.....	10
1.4.2. – Transposição da directiva em Portugal.....	11
1.5. – Consequências da implementação da marcação.....	13

CAPÍTULO 2: Processo de Marcação CE

2.1. – Requisitos essenciais.....	19
2.2. – Marcação CE de conformidade.....	21
2.3. – Certificação de conformidade.....	22
2.4. – Declaração CE de conformidade.....	26
2.5. – Processo de marcação CE nos Agregados.....	27
2.5.1. – Propriedades a verificarem pelos agregados.....	28
2.5.2. – Normas.....	29
2.5.2.1. – Normas harmonizadas.....	29
2.5.2.2. – Normas de ensaio.....	38
2.5.3. – Atestação da conformidade de agregados.....	40
2.5.4. – Colocação no Mercado.....	41
2.6. – Processo de marcação CE na Pedra Natural.....	42
2.6.1. – Propriedades a verificarem pela Pedra Natural.....	43
2.6.2. – Normas.....	44
2.6.2.1. – Normas harmonizadas.....	44
2.6.2.2. – Normas de ensaio.....	48

2.6.3. – Atestação da conformidade da Pedra Natural.....	49
2.6.4. – Colocação no Mercado.....	50

CAPÍTULO 3: Resultados

3.1 – Marcação CE em Agregados.....	55
3.1.1. – Introdução.....	55
3.1.2. – Amostragem.....	59
3.1.3. – Balastro.....	60
3.1.3.1. – Análise granulométrica.....	60
3.1.3.2. – Partículas finas.....	68
3.1.3.3. – Teor em finos.....	68
3.1.3.4. – Forma das partículas.....	69
3.1.3.5. – Comprimento das partículas.....	70
3.1.3.6. – Resistência à fragmentação.....	71
3.1.3.7. – Resistência ao desgaste.....	72
3.1.3.8. – Conclusão.....	73
3.1.4 – Brita.....	74
3.1.4.1. – Análise granulométrica.....	75
3.1.4.2. – Teor de humidade.....	100
3.1.4.3. – Forma das partículas.....	101
3.1.4.4. – Teor em finos.....	103
3.1.4.5. – Massa volúmica e absorção de água.....	103
3.1.4.6. – Equivalente de areia.....	104
3.1.4.7. – Azul de metileno.....	105
3.1.4.8. – Baridade.....	106
3.1.4.9. – Conclusão.....	108
3.2 – Marcação CE em Pedra Natural.....	111
3.2.1. – Introdução.....	111
3.2.2. – Absorção de água à pressão atmosférica.....	112
3.2.3. – Absorção de água por capilaridade.....	112
3.2.4. – Densidade aparente e porosidade aberta.....	114
3.2.5. – Resistência à compressão.....	114
3.2.6. – Resistência à flexão sob carga centrada.....	115

3.2.7. – Energia de rotura.....	116
3.2.8. – Cristalização de sais.....	118
3.2.9. – Conclusão.....	119
3.3. – Considerações finais.....	121
Bibliografia.....	123

Índice de Figuras, Gráficos e Tabelas

Figura 1 – Grafismo da Marcação CE de conformidade.....	22
Figura 2 – Representação esquemática da organização da pedreira da Malaposta	57
Figura 3 – Esquema da sequência de acções para implementar a marcação CE em produtos de construção.....	122
Quadro 1 – Sistemas de comprovação de conformidade como base para a marcação CE (Paiva, 2002).....	25
Quadro 2 – Normas harmonizadas no âmbito dos agregados.....	30
Quadro 3 – Normas harmonizadas para pedra natural.....	45
Gráfico 1 – Curva granulométrica da amostra de balastro B1.....	61
Gráfico 2 – Curva granulométrica da amostra de balastro B2.....	62
Gráfico 3 – Curva granulométrica da amostra de balastro B3.....	63
Gráfico 4 – Curva granulométrica da amostra de balastro B4.....	64
Gráfico 5 – Curva granulométrica da amostra de balastro B5.....	65
Gráfico 6 – Curva granulométrica da amostra de balastro B6.....	67
Gráfico 7 – Curva granulométrica da brita 4/8mm. Amostra A.....	76
Gráfico 8 – Curva granulométrica da brita 8/12mm. Amostra A	78
Gráfico 9 – Curva granulométrica da brita 12/25mm. Amostra A.....	79
Gráfico 10 – Curva granulométrica do agregado fino. Amostra A	80
Gráfico 11 – Curva granulométrica do AGE. Amostra A	82
Gráfico 12 – Curva granulométrica da brita 4/8mm. Amostra B	83
Gráfico 13 – Curva granulométrica da brita 8/12mm. Amostra B	85
Gráfico 14 – Curva granulométrica da brita 12/25mm. Amostra B	86
Gráfico 15 – Curva granulométrica do agregado fino 0/4mm. Amostra B..	87
Gráfico 16 – Curva granulométrica do agregado de granulometria extensa. Amostra B	88
Gráfico 17 – Curva granulométrica da brita 4/8mm. Amostra C	89
Gráfico 18 – Curva granulométrica da brita 8/12mm. Amostra C	90
Gráfico 19 – Curva granulométrica da brita 12/25mm. Amostra C	92

Gráfico 20 – Curva granulométrica do agregado fino 0/4mm. Amostra C..	93
Gráfico 21 – Curva granulométrica do agregado de granulometria extensa. Amostra C	94
Gráfico 22 – Curva granulométrica da brita 4/8mm. Amostra D	95
Gráfico 23 – Curva granulométrica da brita 8/12mm. Amostra D	96
Gráfico 24 – Curva granulométrica da brita 12/25mm. Amostra D	97
Gráfico 25 – Curva granulométrica do agregado fino 0/4mm. Amostra D..	98
Gráfico 26 – Curva granulométrica do agregado de granulometria extensa. Amostra D	99
Gráfico 27 – Evolução da absorção de água por capilaridade com o tempo nas amostras de calcário branco.....	113
Gráfico 28 – Evolução da absorção de água por capilaridade com o tempo nas amostras de calcário negro.....	113
Tabela 1 – Campo de aplicação e secções relativas a requisitos relevantes.....	32
Tabela 2 – Frequência mínima dos ensaios para as propriedades gerais.	33
Tabela 3 – Frequência mínima dos ensaios para determinar as propriedades dos agregados destinados a uma utilização particular.....	34
Tabela 4 – Frequência mínima dos ensaios para determinar as propriedades dos agregados de origens especiais.....	35
Tabela 5 – Campo de aplicação e secções relativas a requisitos relevantes.....	37
Tabela 6 – Frequência mínima dos ensaios para as propriedades gerais.	38
Tabela 7 – Normas de ensaio para agregados.....	39
Tabela 8 – Sistemas de atestação da conformidade dos agregados e fíleres para utilizações com requisitos de segurança elevados (requerendo a intervenção de uma terceira parte).....	40
Tabela 9 – Sistemas de atestação da conformidade dos agregados e fíleres para utilizações sem requisitos de segurança elevados (não requerendo a intervenção de uma terceira parte).....	40
Tabela 10 – Requisitos essenciais definidos pelos mandatos 119 e 121 para a pedra natural.....	44

Tabela 11 – Campo de aplicação e secções relativas a requisitos relevantes da EN 1341:2001.....	46
Tabela 12 – Campo de aplicação e secções relativas a requisitos relevantes da EN 1342:2001.....	47
Tabela 13 – Normas de ensaio para pedra natural.....	48
Tabela 14 – Sistema de atestação da conformidade para pedra natural...	49
Tabela 15 – Ensaio de tipo iniciais para as normas EN 1341:2001 e EN 1342:2001.....	50
Tabela 16 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B1.....	61
Tabela 17 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B2.....	63
Tabela 18 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B3.....	64
Tabela 19 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B4.....	65
Tabela 20 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B5.....	66
Tabela 21 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B6.....	67
Tabela 22 – Categoria das partículas finas.....	68
Tabela 23 – Categoria do conteúdo dos finos.....	68
Tabela 24 – Categoria do índice de achatamento.....	69
Tabela 25 – Categoria do índice de forma.....	70
Tabela 26 – Categoria do comprimento das partículas.....	71
Tabela 27 – Categoria para o coeficiente de Los Angeles.....	71
Tabela 28 – Categoria do coeficiente de micro-Deval.....	72
Tabela 29 – Resumo dos resultados obtidos das amostras analisadas para os vários ensaios.....	73
Tabela 30 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm. Amostra A.....	76
Tabela 31 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm. Amostra A.....	77
Tabela 32 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm. Amostra A.....	78
Tabela 33 – Requisitos gerais da granulometria $D/d > 2$ e $D > 11,2$ mm. Amostra A.....	80
Tabela 34 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 4$ e $d = 0$ mm. Amostra A.....	81

Tabela 35 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 45$ e $d=0$ mm.	
Amostra A.....	82
Tabela 36 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm.	
Amostra B.....	83
Tabela 37 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm.	
Amostra B.....	84
Tabela 38 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm.	
Amostra B.....	85
Tabela 39 – Requisitos gerais da granulometria $D/d > 2$ e $D > 11,2$ mm.	
Amostra B.....	87
Tabela 40 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 4$ e $d=0$ mm. Amostra B.....	88
Tabela 41 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 45$ e $d=0$ mm.	
Amostra B.....	89
Tabela 42 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm.	
Amostra C.....	90
Tabela 43 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm.	
Amostra C.....	91
Tabela 44 – Requisitos gerais da granulometria $D/d > 2$ e $D > 11,2$ mm.	
Amostra C.....	92
Tabela 45 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 4$ e $d=0$ mm. Amostra C.....	93
Tabela 46 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 45$ e $d=0$ mm.	
Amostra C.....	94
Tabela 47 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm.	
Amostra D.....	95
Tabela 48 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm.	
Amostra D.....	96
Tabela 49 – Requisitos gerais da granulometria $D/d > 2$ e $D > 11,2$ mm.	
Amostra D.....	98
Tabela 50 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 4$ ou $d=0$ mm.	
Amostra D.....	99

Tabela 51 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 45$ ou $d = 0$ mm.	
Amostra D.....	100
Tabela 52 – Categoria do teor de humidade.....	101
Tabela 53 – Categoria do índice de achatamento.....	102
Tabela 54 – Categoria do índice de forma.....	102
Tabela 55 – Categoria do teor em finos.....	103
Tabela 56 – Resultados relativos ao ensaio da massa volúmica e da absorção de água.....	104
Tabela 57 – Resultados relativos ao ensaio de equivalente de areia.....	105
Tabela 58 – Resultados relativos ao ensaio de azul de metileno.....	106
Tabela 59 – Resultados relativos ao ensaio da baridade.....	107
Tabela 60 – Resumo dos resultados obtidos, para os requisitos geométricos analisados, das amostras de brita.....	109
Tabela 61 – Resumo dos resultados obtidos, para os requisitos físicos analisados, das amostras de brita analisadas.....	110
Tabela 62 – Resultados do coeficiente de absorção por capilaridade	114
Tabela 63 – Resultados da absorção de água, da densidade aparente e a da porosidade aberta.....	114
Tabela 64 – Resultados do ensaio de resistência à compressão (valores em MPa).....	115
Tabela 65 – Resultados do ensaio de resistência à flexão sob carga centrada (valores em MPa).....	116
Tabela 66 – Resultados da energia de rotura da amostra CN.....	117
Tabela 67 – Resultados da energia de rotura da amostra CB.....	118
Tabela 68 – Resultados do ensaio de cristalização de sais.....	119
Tabela 69 – Resumo dos resultados obtidos, para as amostras de pedra natural.....	120

CAPÍTULO 1

Introdução

1.1. Introdução

O Mercado Único é uma das grandes realizações da nossa era. Este espaço económico, em que bens, serviços, capital e trabalho podem circular livremente, oferece uma base à prosperidade na União Europeia. A União Europeia desenvolveu instrumentos originais e inovadores para eliminar as barreiras à livre circulação de mercadorias, uma pedra angular do mercado único. Entre estes, destacam-se a nova abordagem, para a regulamentação dos produtos, e a abordagem global para a avaliação da conformidade. Os mecanismos instituídos para alcançar este objectivo baseiam-se na prevenção de novos entraves ao comércio, no reconhecimento mútuo e na harmonização técnica. (Comissão Europeia, 2000)

Os novos entraves ao comércio, resultantes da adopção de normas e regulamentos técnicos nacionais divergentes, podem ser prevenidas através de um procedimento estabelecido pela Directiva 98/34/CE (posteriormente alterada pela Directiva 98/48/CE) que obriga os Estados-Membros a comunicar à Comissão e aos demais Estados-Membros os projectos de regras e normas técnicas. Durante um período de tempo estas regras e normas não poderão ser adoptadas, o que dá a Comissão e aos outros Estados-Membros a possibilidade de reagirem. Esta Directiva também concede à Comissão a possibilidade de convidar, após consulta aos Estados-Membros, os organismos europeus de normalização a elaborarem normas europeias. (Comissão Europeia, 2000)

A criação de um mercado único em 31 de Dezembro de 1992 não poderia ter sido realizada sem uma nova técnica de regulamentação, que apenas estabelecia os requisitos gerais essenciais, reduzia o controlo das autoridades públicas antes de um produto ser colocado no mercado e integrava a garantia de qualidade noutras técnicas modernas de avaliação da conformidade. (Comissão Europeia, 2000)

Além disso, era necessário adaptar o processo de tomada de decisão para facilitar a adopção de directivas de harmonização técnica por maioria qualificada no Conselho. Uma nova técnica e estratégia regulamentar foi estabelecida pela resolução do Conselho de 1985 relativa à “Nova Abordagem”, à harmonização técnica e à normalização. Além disso, é

necessário um procedimento de cláusula de salvaguarda que admita a possibilidade de contestar a conformidade de um produto, ou as falhas e insuficiências das normas harmonizadas. (Comissão Europeia, 2000)

Uma vez que a nova abordagem exige que os requisitos essenciais sejam harmonizados e tornados obrigatórios por meio de directivas, esta abordagem só se adequa aos casos em que é verdadeiramente possível estabelecer uma distinção entre os requisitos essenciais e as especificações técnicas. (Comissão Europeia, 2000)

Comissão Europeia (2000) refere que a Resolução de 1989 do Conselho relativa a uma abordagem global em matéria de avaliação de conformidade estipula os seguintes princípios orientadores para a política comunitária de avaliação da conformidade:

- É assegurada uma abordagem coerente na legislação comunitária mediante o estabelecimento dos módulos relativos às diferentes fases dos processos de avaliação da conformidade, bem como dos critérios relativos à sua utilização, à designação e à notificação de organismos que devam participar nesses processos e à utilização da marcação CE.
- É generalizada a utilização das normas europeias relativas à garantia da qualidade (EN 29000) e às exigências que devem satisfazer os organismos de avaliação da conformidade que gerem a garantia de qualidade (EN 45000);
- A criação de sistemas de acreditação e o recurso a técnicas de intercomparação são promovidos nos Estados-Membros e a nível comunitário;
- São promovidos acordos de reconhecimento recíproco em matéria de certificação e de ensaios entre organismos que operem no domínio não regulamentar;
- Os programas minimizam as diferenças das infra-estruturas de qualidade existentes (nomeadamente, sistemas de calibragem e metrologia, laboratórios de ensaios, organismos de certificação e de inspecção e organismos de acreditação) entre Estados-Membros e entre sectores industriais;

- Promoção do comércio internacional entre a Comunidade e países terceiros, através de acordos de reconhecimento recíproco e de programas de cooperação e assistência técnica.

A abordagem global foi completada pela Decisão do Conselho 90/683/CEE, posteriormente substituída e actualizada pela Decisão 93/465/CEE. Estas decisões estabelecem orientações gerais e procedimentos pormenorizados para a avaliação da conformidade, a utilizar nas directivas “Nova Abordagem”. Deste modo, a avaliação da conformidade é baseada:

- nas actividades do fabricante em matéria de controlo interno da concepção dos produtos e do respectivo fabrico;
- exame “CE de tipo” por um terceiro, combinado com as actividades do fabricante em matéria de controlo interno de fabrico;
- exame “CE de tipo” ou de concepção por um terceiro, combinado com a aprovação por um terceiro dos sistemas de garantia de qualidade da produção ou dos produtos, ou verificação do produto por um terceiro;
- verificação da unidade por um terceiro, em relação à concepção e à produção; ou
- aprovação dos sistemas de garantia da qualidade completos por um terceiro. (Comissão Europeia, 2000)

Para além de estabelecer as orientações para a utilização dos procedimentos da avaliação de conformidade previstos nas directivas de harmonização técnica, a Decisão 93/465/CEE harmoniza as regras de aposição e utilização da marcação CE. (Comissão Europeia, 2000)

Um princípio fundamental da nova abordagem é a limitação da harmonização legislativa aos requisitos essenciais que são de interesse público. Estes requisitos visam, em especial, a protecção da segurança e da saúde dos utilizadores e abrangem, por vezes, outros requisitos fundamentais como por exemplo, a protecção da propriedade ou do ambiente. Estes definem os resultados a atingir ou os riscos a enfrentar, mas não especificam ou predizem as soluções técnicas para o fazer.

Os requisitos essenciais destinam-se a proporcionar e garantir um nível de protecção elevado. Em consequência, poderão ser aplicáveis várias directivas a um mesmo produto, simultaneamente, uma vez que é necessário

aplicar os requisitos essenciais de diversas directivas ao mesmo tempo para cobrir todos os interesses públicos relevantes.

A marcação CE simboliza a conformidade com todas as obrigações que incumbem aos fabricantes relativamente aos seus produtos, por força das directivas comunitárias que prevêm a sua aposição. Uma vez aposta nos produtos, constitui uma declaração da pessoa singular ou colectiva que a após ou é responsável pela sua aposição de que o produto está conforme com todas as disposições aplicáveis e de que foi objecto dos processos de avaliação de conformidade adequados. Por isso, os Estados-Membros não estão autorizados a restringir a colocação no mercado e a entrada em serviço de produtos munidos da marcação CE, a não ser que possam justificar essas medidas com base em provas da não conformidade do produto. (Comissão Europeia, 2000)

Uma vez que todos os produtos abrangidos pelas directivas “Nova Abordagem” possuem a marcação CE, esta última não se destina a fins comerciais. A marcação CE também não é uma marca de origem, pois não indica que o produto foi fabricado na Comunidade. (Comissão Europeia, 2000)

A marcação CE substitui todas as marcações de conformidade obrigatórias com significado idêntico, que existiam antes de a harmonização ter tido lugar. Estas marcações nacionais de conformidade são incompatíveis com a marcação CE e constituiriam uma infracção às directivas “Nova Abordagem” aplicáveis. Ao transporem as directivas, os Estados-Membros devem incorporar a marcação CE nos seus regulamentos nacionais e procedimentos administrativos. Simultaneamente, os Estados-Membros deverão abster-se de introduzir na sua legislação nacional qualquer outra marcação de conformidade que tenha o mesmo significado que a marcação CE. (Comissão Europeia, 2000)

Tendo em conta os objectivos da harmonização técnica, é necessário que as marcações e marcas adicionais à marcação CE preencham uma função diferente da que esta desempenha. Deste modo, devem proporcionar valor acrescentado indicando a conformidade com objectivos diferentes daqueles a que a marcação CE diz respeito (por exemplo, aspectos ambientais não abrangidos pelas directivas aplicáveis). (Comissão Europeia, 2000)

A aposição de uma marcação legal (por exemplo, uma marca registada protegida de um fabricante), ou de marcas de certificação aceitáveis e outras marcas complementares à marcação CE, é permitida na medida em que tais marcações ou marcas não gerem confusões com a marcação CE, nem reduzam a legibilidade e a visibilidade da mesma. Esta confusão pode dizer respeito quer ao significado, quer à forma da marcação CE. A decisão sobre se uma marcação ou marca é ou não susceptível de gerar confusões deve ser tomada do ponto de vista de todas as partes interessadas susceptíveis de entrarem em contacto com ela. (Comissão Europeia, 2000)

Como refere o relatório anual das actividades do Instituto Português da Qualidade (IPQ), este enquanto Organismo Nacional de Normalização, coordena o Subsistema da Normalização do Sistema Português de Qualidade (SPQ), nomeadamente prepara o Programa de Normalização, mantém actualizada a publicação anual “Memento” (quem faz e o quê na normalização portuguesa) e assegura e promove a participação nacional na normalização europeia e internacional, acompanhando e coordenando os Organismos de Normalização Sectorial (ONS), gere os processos de votação dos documentos normativos e sua adopção/homologação e promove a edição das Normas Portuguesas.

Desta forma, os produtos de construção abrangidos pelas Normas Europeias, deverão evidenciar a Marcação CE para sua posterior comercialização. A directiva 89/106/CE estabelece o enquadramento para a Marcação CE para esses mesmos produtos, definindo as exigências essenciais que os produtos de construção deverão cumprir.

1.2. Objectivos

Define-se a pedra natural, enquanto produto industrial, como sendo o material rochoso que, após um processo de transformação, mais ou menos extenso, se encontra apto a ser utilizado para fins de construção, elemento de decoração, arte funerária, escultura ou outros, conservando integralmente a sua composição. A sua transformação permite a valorização em termos de textura e durabilidade. O seu maior interesse comercial encontra-se

normalmente associado ao seu valor estético, facto pelo qual se designam de rochas ornamentais. Ao nível dos organismos de normalização Europeus e Internacionais (CEN - Comissão Europeia de Normalização e ISO - International Standard Organization) adoptou-se o termo Pedras Naturais para os mármore, calcários, granitos e ardósias. (Spínola S. e Carvalho M., 2005)

Todo este sector assume, hoje em dia, papel preponderante no desenvolvimento económico nacional e regional, não só gerando postos de trabalho, mas também participando nos índices nacionais de exportação, merecendo, por isso, um lugar de destaque. Esta importância é facilmente verificada através dos dados estatísticos fornecidos pelos órgãos competentes – Instituto Geológico e Mineiro (2001), nos quais se pode verificar que a produção global de rochas ornamentais portuguesas variou muito pouco em 2000 e 2001, tendo atingido no ano de 2001 uma produção global de cerca de 2,8 milhões de toneladas, num total de 157 milhões de Euros, o que representa efectivamente um valor importante na conjuntura económica nacional. (Spínola S. e Carvalho M., 2005)

Entre os minerais industriais, os chamados agregados minerais são os utilizados em maior volume, constituindo matéria fundamental para a construção civil de estruturas residenciais, comerciais, industriais e de outras ainda, tais como: estradas, pontes, aeroportos, caminhos-de-ferro e barragens. (Velho et al., 1998)

Rocha fragmentada ou brita, cascalho, areia são exemplos de agregados minerais. Areia e cascalho constituem recursos essenciais para a indústria da construção. (Velho et al., 1998) Depósitos de areia e cascalho com interesse comercial estão espalhados por todo mundo, mas a produção de rocha fragmentada ou brita ultrapassa, em regra, a produção de areia e cascalho. (Velho et al., 1998)

Nos pavimentos de estradas, os agregados perfazem 100% dos materiais utilizados nas bases e sub-bases, enquanto nos pavimentos betuminosos e hidráulicos perfazem cerca de 95%. Em Portugal, está estimado que cada quilómetro de auto-estrada consome cerca de 30.000 toneladas de agregados e uma estrada normal consome entre 10.000 a 20.000 toneladas. Em 1994 foi estimado em cerca de 6 milhões de toneladas o consumo de

massas betuminosas, 95% das quais correspondem a agregados facto que, só por si, revela a importância dos agregados. (Velho et al., 1998)

Uma vez que os desafios impostos são cada vez maiores, quer pela crescente globalização dos mercados, quer pelo aumento de competitividade das indústrias do mercado europeu, é necessário apostar no desenvolvimento destes sectores. Para tal, impõe-se a implementação de medidas que visem sensibilizar os industriais para a necessidade de formação, de cumprimento das normas ambientais, de segurança, de higiene e para o desenvolvimento de sistemas de controle de qualidade, com o objectivo de conferir maior competitividade nos mercados internacionais.

Assim o objectivo deste trabalho é explicitar a Directiva dos Produtos de Construção no âmbito do sistema de marcação CE, apresentar a metodologia subjacente à marcação CE de agregados e de pedra natural, quer apresentar e discutir os resultados obtidos na avaliação das características físico-mecânicas dos mesmos, com o objectivo de se proceder à respectiva marcação CE.

1.3. Estrutura da dissertação

A presente dissertação está organizada em três capítulos. No primeiro capítulo é feita uma introdução geral, são descritos os objectivos do trabalho, é descrita os aspectos mais relevantes da Directiva dos Produtos de Construção e as consequências da implementação da marcação CE em Portugal. No segundo capítulo é referido o processo de marcação CE dos agregados e de pedra natural referindo os requisitos essenciais, as normas a harmonizadas e de ensaio e os sistemas de conformidade dos mesmos. No terceiro capítulo são apresentados casos práticos de marcação CE para agregados e pedra natural e são efectuadas algumas considerações finais.

1.4. A Directiva dos Produtos de Construção

1.4.1. Aspectos mais relevantes da Directiva dos Produtos de Construção

A directiva 89/106/CEE do Conselho, de 21 de Dezembro de 1988, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-Membros no que respeita aos materiais para construção, alterada pela Directiva 93/68/CEE do Conselho, de 22 de Julho de 1993, tem como objectivo assegurar a livre circulação da generalidade dos materiais de construção na União, mediante a harmonização das legislações nacionais no domínio dos requisitos essenciais de saúde, segurança e bem-estar aplicáveis a estes produtos.

Esta directiva aplica-se aos materiais para a construção, definidos como produtos destinados a serem incorporados de forma permanente em obras de construção civil. Os materiais de construção não podem ser colocados no mercado se não estiverem em condições para a utilização prevista. A este respeito, devem permitir a construção de obras que, durante um tempo de vida razoável do ponto de vista económico, satisfaçam os requisitos essenciais em matéria de resistência mecânica e de estabilidade, de segurança em caso de incêndio, de higiene, de saúde e ambiente, de segurança na utilização, de protecção contra o ruído, de economia de energia e de isolamento térmico.

Os requisitos essenciais são definidos em primeira instância por documentos interpretativos elaborados por comités técnicos e, seguidamente, desenvolvidos por via de especificações técnicas, podendo estas consistir em normas europeias harmonizadas, adoptadas pelos organismos europeus de normalização ou aprovações técnicas europeias que apreciam a aptidão de um produto à utilização prevista (nos casos em que não exista norma harmonizada, norma nacional reconhecida ou mandato de norma europeia). Enquanto não existir uma norma europeia nem uma aprovação técnica europeia, os produtos podem continuar a ser avaliados e colocados no mercado em conformidade com as disposições nacionais existentes que respeitem os requisitos essenciais.

Somente podem beneficiar da marcação “CE” os materiais para construção que satisfaçam as normas nacionais de transposição das normas

harmonizadas, que satisfaçam uma aprovação técnica europeia ou, na ausência destas, que satisfaçam as especificações técnicas nacionais nos termos das quais os requisitos essenciais são cumpridos. Deste modo, as obras em que são utilizados esses materiais satisfazem os requisitos essenciais.

Compete ao fabricante ou seu mandatário estabelecido na Comunidade certificar, por seus próprios meios ou mediante um organismo de certificação homologado, garantir que os seus produtos cumprem os requisitos de uma especificação técnica, segundo os procedimentos de certificação da conformidade mencionados na directiva. Estes procedimentos devem ser definidos pela Comissão, após consulta do Comité Permanente para a Construção, em conformidade com as características particulares de um produto ou grupo de produtos determinados.

Os produtos declarados conformes à directiva mas que não respeitem os requisitos essenciais e, conseqüentemente, representem uma ameaça para a segurança e a saúde podem ser temporariamente retirados do mercado pelos Estados-membros. Se a não-conformidade derivar das especificações técnicas, da sua aplicação ou das suas lacunas, a Comissão, após consulta do Comité Permanente para a construção, decidirá se a especificação técnica europeia ou nacional deve ou não continuar a beneficiar da presunção de conformidade.

Note-se que a directiva não aponta para normas harmonizadas. O que a Directiva dos Produtos de Construção harmoniza são os métodos de ensaio, métodos de declaração do valor da performance do produto, e os métodos de avaliação de conformidade. A escolha dos valores requeridos para o uso pretendido é deixada para cada Estado-Membro.

1.4.2. Transposição da directiva em Portugal

As directivas “Nova Abordagem” aproximam as legislações dos Estados-Membros a fim de eliminar os entraves ao comércio. Dado serem directivas de harmonização total, os Estados-Membros devem revogar toda a legislação nacional que as contradiga. Além disso, em regra, os Estados-Membros não são autorizados a manter ou introduzir medidas mais rigorosas do que as previstas na directiva. (Comissão Europeia, 2000)

As directivas são, nos termos do artigo 249º do Tratado CE, vinculativas para os Estados-Membros quanto ao resultado a alcançar, mas a escolha da forma e dos meios é deixada às instâncias nacionais. A jurisprudência do Tribunal de Justiça Europeu clarificou o conteúdo desta obrigação e as possíveis medidas a tomar caso a não conformidade possa ser provada. (Comissão Europeia, 2000)

Compete aos Estados-Membros decidir que medidas devem ser adoptadas e publicadas a fim de cumprir a directiva. Contudo, os Estados-Membros devem tomar medidas de aplicação adequadas para transporem a directiva de uma forma que satisfaça plenamente os requisitos de clareza e segurança em situações jurídicas, que as directivas pretendem para benefício dos comerciantes estabelecidos noutros Estados-Membros. (Comissão Europeia, 2000)

A não adopção de medidas, ou das medidas correctas, para transpor uma directiva com vista a alcançar os resultados por esta prescritos, dentro do prazo fixado para esse fim, constitui uma violação grave do direito comunitário. (Comissão Europeia, 2000).

A Directiva dos Produtos de Construção foi transposta para a ordem jurídica portuguesa através do Decreto-Lei nº 113/93, de 10 de Abril, com as alterações introduzidas pelos Decretos – Leis nºs 139/95, de 14 de Junho, e 374/98, de 24 de Novembro, e da Portaria nº 566/93, de 2 de Junho, do Ministério da Indústria e Energia.

Nesta legislação, são mencionados explicitamente, o Instituto Português da Qualidade (IPQ), o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e as ex-delegações regionais da Indústria e Energia (actuais Direcções Regionais da Economia) como entidades responsáveis pela sua aplicação.

Ao IPQ compete a maior parcela de responsabilidades, cabendo-lhe nomeadamente as seguintes atribuições: I) publicação no Diário da República das normas nacionais de transposição das normas harmonizadas e das respectivas referências; II) publicação no Diário da República da lista de produtos menos importantes para a segurança e a saúde; III) qualificação das entidades intervenientes na comprovação de conformidade necessária à marcação CE dos produtos de construção, e respectiva notificação à Comissão europeia e aos restantes Estados-Membros; IV) reconhecimento da

equivalência de métodos nacionais de ensaio e inspecção adoptados por Organismos de outros Estados-Membros relativamente aos métodos correspondentes seguidos em Portugal; V) informação à Comissão europeia e aos restantes Estados-Membros das medidas tomadas contra os fabricantes responsáveis pela aposição indevida da marcação CE aos respectivos produtos; VI) informação à Comissão europeia das medidas tomadas no âmbito da clausura de salvaguarda.

O LNEC surge como entidade responsável pela concessão de Aprovações Técnicas Europeias em Portugal, e pela publicação das versões portuguesas dos Guias de Aprovações Técnicas Europeias. Enquanto que às Direcções Regionais da Economia é cometida a responsabilidade de assegurar o controlo de mercado dos produtos de construção, fiscalizando o cumprimento das disposições legais por parte desses produtos quando colocados no mercado, sem prejuízo das competências atribuídas por lei e outras entidades.

1.5. Consequências da implementação da Marca CE

A Directiva dos Produtos de Construção encontra-se finalmente em fase de utilização efectiva, embora ainda longe da sua plena aplicação, começando já a ter influência visível, não só no mercado dos produtos de construção, como o regulamentar, em todos os países que integram o Espaço Económico Europeu, entre os quais Portugal (Paiva, 2002).

A progressiva publicação de normas harmonizadas, apesar de se estar a processar num ritmo bastante lento, e a actividade complementar de aprovação técnica europeia dirigida aos produtos inovadores ou que se desviam de uma forma significativa daquelas normas irão permitir a crescente colocação no mercado de produtos dotados da marcação CE. (Paiva, 2002).

É por isso oportuno avaliar o impacte a nível nacional do novo quadro legal e institucional criado pela Directiva e pela sua transposição em Portugal, e pelas medidas que têm vindo a ser tomadas no sentido da total concretização do mercado interno dos produtos de construção naquele espaço, isento de quaisquer barreiras técnicas. (Paiva, 2002).

Segundo Paiva (2002), consequências institucionais da aplicação da DPC em Portugal, em especial a nível das especificações técnicas, da avaliação técnica e da certificação da conformidade dos produtos de construção, são bastantes significativas, tendo em conta o quadro legal criado pela Directiva e pelos diplomas da respectiva transposição no nosso país, e o conjunto de acções empreendidas em diferentes domínios sob égide da Comissão europeia para a plena aplicação dessa Directiva que afectam todos os países do Espaço Económico Europeu.

Referem-se seguidamente as principais consequências:

a) A nível regulamentar

Adaptação da legislação e da regulamentação portuguesa, regulamentação estrutural, de segurança contra incêndio, relativa a substâncias perigosas, relativa ao “sistema europeu de aceitação” de produtos em contacto com água destinada ao consumo humano, etc.).

b) A nível normativo

Transposição de normas harmonizadas e das respectivas normas de apoio (normas de ensaio, de classificação, etc.). Transposição de outras normas europeias horizontais (Eurocódigos, desempenho ao fogo dos produtos e obras de construção, acústica, térmica e economia de energia, etc.). Publicação das versões portuguesas dos guias de aprovação técnica europeia.

c) A nível da classificação e da homologação de produtos e sistemas de construção

d) A nível de aprovação técnica europeia dos produtos de construção

Concessão de aprovações técnicas europeias (ETA's) diferindo significativamente das normas harmonizadas e publicação das versões portuguesas dos guias de aprovações técnicas europeias (ETAG's).

e) A nível da qualificação dos organismos notificados

Estabelecimento dos critérios de qualificação das entidades intervenientes na comprovação de conformidade dos produtos de construção necessária à respectiva marcação CE (organismos de certificação, organismos de inspecção e laboratórios de ensaio) à luz da DPC e do “Guidance Paper” A, relativo à designação dos organismos notificados. Qualificação das entidades candidatas a uma tal designação e respectiva notificação à Comissão europeia e aos restantes Estados-membros das entidades qualificadas.

f) A nível da certificação dos produtos de construção

Manutenção do sistema de certificação voluntária dos produtos de construção no quadro SPQ (em complemento à marcação CE, dado o carácter minimalista desta última), e eliminação dos sistemas de certificação obrigatória de certos produtos de construção e transformação nos sistemas de comprovação de conformidade previstos para a sua respectiva marcação CE (implicando nalguns casos a certificação de conformidade desses produtos).

Além das alterações da natureza institucional acima referidas, a aplicação da DPC irá influenciar a actuação de todos os intervenientes no sector da construção, desde a indústria e o comércio dos produtos de construção até às instituições de ensino e/ou de investigação, passando pelas entidades regulamentadoras e licenciadoras da construção, pelas entidades de contorno técnico, pelos organismos de normalização e aprovação técnica, pelas empresas de construção e pelo sector empresarial de estudos e projectos. Para enfrentar os desafios suscitados pela nova situação, esses agentes devem preparar-se de forma conscienciosa e em tempo oportuno. (Paiva, 2002).

Ora prevê-se que a aplicação da Directiva no nosso país terá, não só consequências do ponto de vista institucional, a nível quer das especificações técnicas, incluindo as de carácter regulamentar, quer da avaliação técnica e da comprovação da conformidade dos produtos de construção, como também implicações nas esferas de actuação de praticamente todos os agentes que intervêm no sector da construção, tornando necessário reequacionar para alguns deles as suas competências e os correspondentes procedimentos, como acontece com o LNEC, cujas actividades de classificação e homologação terão de sofrer ajustamentos para as conformar àquele novo quadro (Paiva, 2002)

CAPÍTULO 2

Processo de Marcação CE

2.1. Requisitos essenciais

Como já foi referido anteriormente os requisitos essenciais visam, em especial, a protecção da segurança e da saúde dos utilizadores e destinam-se a proporcionar e garantir um nível de protecção elevado. (Comissão Europeia, 2000)

Nos termos da Directiva dos Produtos de construção, os requisitos essenciais só são obrigatórios quando estiverem regulamentados na legislação nacional. Os requisitos essenciais referidos na Directiva dizem respeito às obras de construção. Os produtos de construção concebidos para serem utilizados nas obras de construção só podem ser colocados no mercado se forem adequados para a utilização a que se destinam, ou seja, se tiverem características tais que permitam que as obras onde são incorporados satisfaçam os requisitos essenciais. (Comissão Europeia, 2000)

São estabelecidos, no Anexo I da directiva, sob a forma de objectivos, os requisitos essenciais aplicáveis às obras susceptíveis de influenciar as características técnicas de um produto. Podem ser aplicáveis a um, a mais ou a totalidade desses requisitos; os quais devem ser satisfeitos durante um período de vida útil economicamente razoável. (Directiva 89/106/CEE, 1989)

Os requisitos essenciais estabelecidos no Jornal Oficial L40 de 1989 pela Directiva dos Produtos de Construção são:

- Resistência mecânica e estabilidade

As obras devem ser concebidas e construídas de modo a que as cargas a que possam estar sujeitas durante a construção e a utilização não causem: a) o desabamento total ou parcial da obra, b) grandes deformações que atinjam um grau inadmissível, C) danos em outras partes da obra ou das instalações ou do equipamento instalado como resultado de deformações importantes das estruturas de suporte de carga, d) danos desproporcionados relativamente ao facto que esteve na sua origem.

- Segurança contra incêndios

As obras devem ser concebidas e realizadas de modo a que, no caso de se declarar um incêndio: a) a capacidade das estruturas de suporte de carga possa ser garantida durante um período de tempo determinado, b) a deflagração e propagação do fogo e do fumo dentro da obra sejam

limitadas, c) a propagação do fogo às construções vizinhas seja limitada, d) os ocupantes possam abandonar a obra ou ser salvos por outros meios, e) a segurança das equipas de socorro esteja assegurada.

- Higiene, saúde e ambiente

A obra deve ser concebida e realizada de modo a não causar danos à higiene e à saúde dos ocupantes ou vizinhos, em consequência, nomeadamente: a) da libertação de gases tóxicos, b) da presença de partículas ou gases perigosos no ar, c) da emissão de radiações perigosas, d) da poluição ou contaminação da água ou do solo, e) da evacuação defeituosa das águas residuais, do fumo, dos desperdícios sólidos ou líquidos, f) da presença de humidade em partes ou em superfícies da obra.

- Segurança na utilização

A obra deve ser concebida e realizada de modo a não apresentar riscos inaceitáveis de acidente durante a sua utilização e funcionamento, como por exemplo, riscos de escorregamento, desabamento, queda, queimadura, electrocussão e quaisquer danos provocados por explosão.

- Protecção contra o ruído

A obra deve ser concebida e realizada de modo a que o ruído captado pelos ocupantes ou pelas pessoas próximas de mantenha a um nível que não prejudique a sua saúde e lhes permita dormir, descansar e trabalhar em condições satisfatórias.

- Economia de energia e retenção de calor

A obra e as instalações de aquecimento, arrefecimento e ventilação devem ser concebidas e realizadas de modo a que a quantidade de energia necessária para a sua utilização seja baixa, tendo em conta as condições climáticas do local e os ocupantes.

A fim de atender a eventuais condições divergentes de natureza geográfica, climática ou de usos e costumes, bem como a níveis de protecção divergentes que possam existir a nível nacional, regional ou local, cada requisito essencial pode dar origem à construção de classes, quer nos documentos interpretativos quer nas especificações técnicas, isto é, as normas e aprovações técnicas adoptadas pelo CEN e pelo CENELEC. (Directiva 89/106/CEE, 1989)

2.2. Marcação CE de conformidade

Os Estados-membros presumirão aptos para utilização os produtos que permitam que as obras em que são utilizados, desde que correctamente projectadas e construídas, satisfaçam os requisitos essenciais previstos na Directiva, quando esses produtos estiverem munidos da marcação CE indicativa de que obedecem ao conjunto de disposições da presente directiva, incluindo os procedimentos de certificação da conformidade. (Directiva 93/68/CEE, 1993)

A marcação CE indica: a) A conformidade do produtos com as normas nacionais que transpõem as normas harmonizadas cujas referências tenham sido publicadas no Jornal Oficial das Comunidades Europeias. Os Estados-membros publicarão referências dessas normas nacionais; b) A conformidade do produto com uma aprovação técnica europeia, emitida nos termos da Aprovação Técnica Europeia; ou c) A conformidade do produto com as especificações técnicas nacionais, na medida em que não existam especificações harmonizadas. (Directiva 89/106/CEE, 1989)

Quando os produtos forem objecto de outras directivas relativas a outros aspectos e que prevejam a aposição da marcação CE de conformidade, esta deve indicar que se presume igualmente que esses produtos são conformes com as disposições dessas outras directivas. (Directiva 93/68/CEE, 1993) No caso de uma ou mais dessas directivas deixarem ao fabricante, durante um período transitório, a escolha do regime a aplicar, a marcação CE indica apenas a conformidade com as disposições das directivas aplicadas pelo fabricante. Nesse caso, as referências dessas directivas devem ser inscritas nos documentos, manuais ou instruções exigidos por essas directivas e que acompanham esses produtos. (Directiva 93/68/CEE, 1993)

Desta forma a marcação CE significa que os produtos obedecem aos requisitos essenciais, competindo ao fabricante ou ao seu mandatário estabelecido na Comunidade a responsabilidade de apor a marcação CE no próprio produto, numa etiqueta nele fixada, na respectiva embalagem ou nos documentos comerciais de acompanhamento. (Directiva 93/68/CEE, 1993) A marcação CE é constituída pelas iniciais CE de acordo com a figura 1, e é seguida do número de identificação do organismo que intervém na fase de

controlo de produção. A marcação CE é ainda acompanhada pelo nome ou marca distintiva do fabricante, pelos dois últimos algarismos do ano de aposição da marcação, e quando apropriado pelo número do certificado de conformidade CE e eventualmente de indicações que permitam indicar as características do produto em função das especificações técnicas. (Directiva 93/68/CEE, 1993)

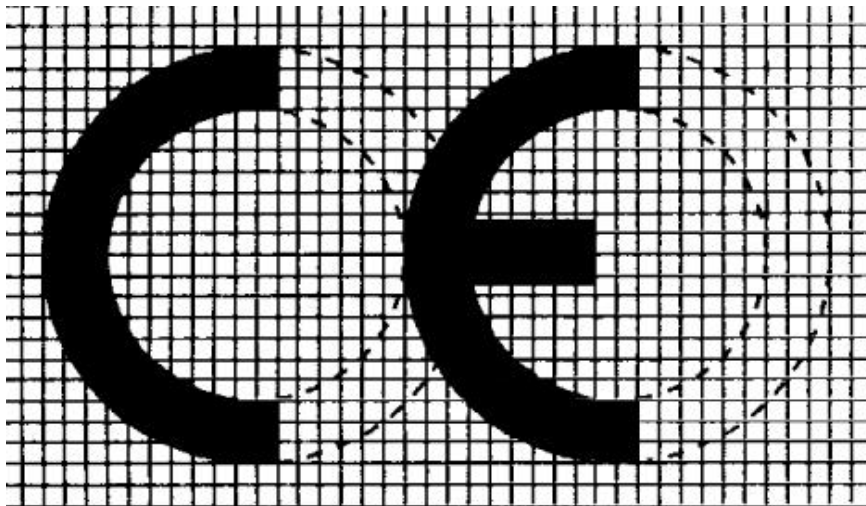


Fig. 1 – Grafismo da Marcação CE de conformidade.

2.3. Certificação de Conformidade

Segundo os princípios na Nova Abordagem, a aposição nos produtos da marcação CE evidencia a sua conformidade com as especificações técnicas aplicáveis, comprovada por princípios adequados, e confere-lhes a presunção de aptidão ao uso e de cumprimento da Directiva (dos produtos de construção), permitindo a sua livre circulação no espaço económico europeu a menos que surjam suspeitas do contrário. (Paiva, 2002)

O responsável pela certificação da conformidade de um produto com os requisitos de uma especificação técnica é o fabricante, ou o seu mandatário estabelecido na Comunidade. Os produtos que forem objecto de um certificado de conformidade beneficiarão da presunção de conformidade com as especificações técnicas. (Directiva 89/106/CEE, 1989)

O certificado de conformidade de um produto pressupõe: a) Que o fabricante disponha de um sistema de controlo de produção em fábrica, por forma a assegurar a conformidade da produção com as especificações técnicas

pertinentes, ou b) para além de um sistema de controlo de produção em fábrica, no caso de determinados produtos mencionados nas especificações técnicas pertinentes, a intervenção de um organismo de certificação aprovado na apreciação e vigilância do controlo de produção ou do próprio produto. (Directiva 89/106/CEE, 1989)

A escolha do processo para um determinado produto ou família de produtos será especificada pela Comissão, em função:

- a) Da importância do produto no que se refere aos requisitos essenciais, em especial os relacionados com a saúde e segurança;
- b) Da natureza do produto;
- c) Da influência da variação das características do produto na sua funcionalidade;
- d) Das probabilidades de ocorrência de defeitos no fabrico do produto.

Será sempre dada preferência ao processo menos oneroso compatível com a segurança. (Directiva 89/106/CEE, 1989)

O processo assim escolhido deve ser indicado nos mandatos e nas especificações técnicas ou na respectiva publicação.

Ao estabelecer-se o processo de certificação da conformidade de um produto com as especificações técnicas, devem ser utilizados os métodos de controlo da conformidade. A escolha do método e respectivas combinações que devem ser utilizados para um determinado sistema dependerão dos requisitos relativos ao produto em causa ou grupo de produtos. Os métodos de controlo da conformidade são:

- a) Ensaio inicial do produto feito pelo fabricante ou por um organismo aprovado;
- b) Ensaaios de amostras colhidas em fábrica de acordo com um programa de ensaios previamente estabelecido, efectuados pelo fabricante ou por um organismo aprovado;
- c) Ensaio aleatório de amostras colhidas na fábrica, no mercado ou numa obra, efectuado pelo fabricante ou por um organismo aprovado;
- d) Ensaio de amostras colhidas num lote destinado a fornecimento ou já fornecido, efectuado pelo fabricante ou por um organismo aprovado;

- e) Controlo de produção da fábrica;
 - f) Inspeção inicial em fábrica e do controlo de produção em fábrica efectuada por um organismo aprovado;
 - g) Fiscalização, avaliação e apreciação contínuas do controlo de produção em fábrica, efectuadas por um organismo aprovado.
- (Directiva 89/106/CEE, 1989)

Na acepção da directiva, controlo de produção em fábrica significa um controlo interno permanente da produção efectuado pelo fabricante. Todos os elementos, requisitos e disposições adoptados pelo fabricante serão sistematicamente documentados sob a forma de normas e procedimentos escritos. Essa documentação do sistema de controlo da produção deve assegurar uma compreensão comum das garantias de qualidade e permitir verificar a obtenção das características exigidas do produto e a funcionalidade efectiva do sistema de controlo da produção. (Directiva 89/106/CEE, 1989)

Os métodos de controlo de conformidade, que devidamente escolhidos e combinados entre si, originam seis diferentes sistemas 1⁺, 1, 2⁺, 2, 3 e 4 (Quadro 1). Salvo no sistema 4, onde a responsabilidade das tarefas a efectuar incumbe exclusivamente ao fabricante, intervêm em todos estes sistemas organismos notificados que, consoante as tarefas a realizar podem ser de três tipos: organismos de certificação, organismos de inspecção e laboratórios de ensaio. (Paiva, 2002) O organismo de certificação, é um organismo imparcial, público ou não, com a competência e a responsabilidade necessárias para proceder à certificação da conformidade, de acordo com as regras de processo e gestão estabelecidas. O organismo de inspecção, é um organismo imparcial que disponha da organização, pessoal, competência e integridade necessárias para realizar, segundo critérios específicos, operações como a apreciação, recomendação de aceitação e auditoria das operações de controlo de qualidade em fábrica, a selecção e a avaliação dos produtos in situ, em fábrica, ou em qualquer outro lugar, de acordo com critérios específicos. O laboratório de ensaio, é um laboratório que mede, examina, ensaia, calibra ou determina por qualquer outro modo as características do comportamento funcional dos materiais ou dos produtos. (Directiva 89/106/CEE, 1989)

Quadro 1 – Sistemas de comprovação de conformidade como base para a marcação CE. (Paiva, 2002)

Sistema	Tarefas do Fabricante	Tarefas do Organismo Notificado	Base para a marcação CE
1 ⁺	<ul style="list-style-type: none"> Controlo interno da produção Ensaio de amostras segundo programa prescrito 	Certificação do produto com base em: <ul style="list-style-type: none"> Ensaio iniciais de tipo Inspecção inicial do controlo interno de produção Acompanhamento permanente do controlo interno produção Ensaio aleatório de amostras 	Declaração de conformidade pelo fabricante com base num certificado de conformidade do produto
1	<ul style="list-style-type: none"> Controlo interno da produção Ensaio de amostras segundo programa prescrito 	Certificação do produto com base em: <ul style="list-style-type: none"> Ensaio iniciais de tipo Inspecção inicial do controlo interno de produção Acompanhamento permanente do controlo interno produção 	
2 ⁺	<ul style="list-style-type: none"> Ensaaios iniciais de tipo Controlo interno de produção (Ensaaios de amostras segundo um programa prescrito) 	Certificação do controlo interno de produção com base numa inspecção inicial e no acompanhamento permanente desse controlo	Declaração de conformidade pelo fabricante com base num certificado de conformidade do controlo interno de produção
2	<ul style="list-style-type: none"> Ensaaios iniciais de tipo Controlo interno de produção (Ensaaios de amostras segundo um programa prescrito) 	Certificação do controlo interno de produção com base numa inspecção inicial	
3	<ul style="list-style-type: none"> Controlo interno de produção 	<ul style="list-style-type: none"> Ensaaios iniciais de tipo 	Declaração de conformidade pelo fabricante
4	<ul style="list-style-type: none"> Ensaaios iniciais de tipo Controlo interno de produção 	_____	

Todos os sistemas de comprovação de conformidade têm como premissa a instituição de um controlo interno de produção, de carácter permanente, da responsabilidade do fabricante. Além disso, em todos eles os procedimentos incluem uma declaração de conformidade emitida pelo fabricante, a qual em dois dos sistemas (sistemas 1⁺ e 1) tem por base um

certificado de conformidade do produto emitido por um organismo notificado e, em outros dois sistemas (sistemas 2⁺ e 2), um certificado de conformidade do controlo interno de produção emitido também por um organismo notificado. (Paiva 2002)

2.4. Declaração CE de Conformidade

As directivas “Nova Abordagem” impõem ao fabricante, ou ao seu mandatário estabelecido na Comunidade, a obrigação de elaborar uma declaração “CE” de conformidade, quando o produto é colocado no mercado. Dependendo do processo, a declaração de conformidade deve assegurar que o produto cumpre os requisitos essenciais das directivas aplicáveis, ou que está conforme com o tipo para o qual foi emitido um certificado de exame “CE de tipo”, e que satisfaz os requisitos essenciais das directivas aplicáveis. (Comissão Europeia, 2000)

A directiva dos produtos de construção não define qualquer prazo para a conservação da declaração CE de conformidade, mas regra geral deve ser conservada pelo menos durante dez anos, a contar da última data de fabrico do produto, sendo essa responsabilidade do fabricante ou ao seu mandatário estabelecido na Comunidade. (Comissão Europeia, 2000)

O conteúdo da declaração “CE” de conformidade é fixado directiva a directiva, de acordo com os produtos em causa. A norma EN 45014 foi formulada com o objectivo de fornecer os critérios gerais para a declaração de conformidade e também pode ser utilizada como documento de orientação no que se refere às directivas “Nova Abordagem”. (Comissão Europeia, 2000)

Segundo a directiva dos produtos de construção na declaração CE de conformidade incluirá:

- o nome e endereço do fabricante, ou do seu mandatário estabelecido na Comunidade,
- a descrição do produto (tipo, identificação, utilização...),
- as disposições com as quais o produto está conforme,
- as condições específicas para a utilização do produto,

- o número da declaração,
- o nome e endereço dos organismos aprovados, se for caso disso,
- o nome e cargo da pessoa autorizada a assinar a declaração em nome do fabricante, ou em nome do seu mandatário

De referir ainda que a declaração deve ser elaborada na(s) língua(s) oficial(ais) do Estado-membro em que o produto irá ser utilizado.

2.5. Processo de Marcação CE nos Agregados

O mandato 125 sobre agregados, emitido pela comissão europeia ao CEN/CENELEC, enquadra-se na estrutura da política geral da comissão em relação à harmonização técnica e normalização, assim como do objectivo da directiva dos produtos de construção. (Comissão Europeia, 1998)

Este mandato é baseado na Directiva dos Produtos de Construção e tem em consideração Documentos Interpretativos (O.J. No. C 62, 28.02.1994) que servem de referência para o estabelecimento de normas harmonizadas. Este mandato serve para assegurar a qualidade das normas harmonizadas para produtos, sempre com a referência ao state of the art, com particular referência ao desempenho dos produtos (betão, argamassas e caldas; misturas betuminosas e tratamentos superficiais; misturas não ligadas ou tratadas com ligantes hidráulicos; enrocamentos; balastro para via-férrea) que sejam usados em pavimentos, estradas e outras áreas traficáveis, fundações e muros de suporte, estacas, paredes exteriores, interiores e divisórias, soalhos, galerias e tectos, molduras (incluindo chaminés e condutas), depósitos de resíduos sólidos, drenagem e depósito de outros resíduos líquidos e gasosos, sistemas de pressão e vácuo, fornecimento de electricidade, comunicações, permitindo que o desempenho satisfaça os requisitos essenciais mencionados na directiva. (Comissão Europeia, 1998)

2.5.1. Propriedades a verificarem pelos agregados

Como já foi dito, os requisitos essenciais são relativos às obras e não aos produtos, sendo assim, é necessário transpor os requisitos essenciais verificados pelas obras, em propriedades a verificar por cada uma das componentes, nomeadamente pelos materiais nelas a incorporar.

Quando se analisa cada um dos requisitos essenciais e se procura avaliar qual a relação entre as propriedades dos agregados e a satisfação desses requisitos pela obra onde são incorporados, facilmente se conclui que a relação é muitas vezes inexistente ou, quanto muito, bastante ténue.

O mandato dos agregados já referido, define quais as propriedades dos agregados a ter em conta para que a respectiva verificação de conformidade possa garantir que as obras onde são aplicadas possam cumprir os requisitos essenciais.

Como exemplo, o referido mandato define como propriedades a analisar para os agregados aplicados no fabrico do betão, argamassas e caldas, as seguintes:

- Forma, dimensão e densidade das partículas
- Percentagem de partículas britadas
- Limpeza
- Resistência à fragmentação/esmagamento
- Resistência ao polimento/abrasão/desgaste
- Composição/conteúdo
- Estabilidade volumétrica
- Absorção de água
- Emissão radioactiva (para agregados de fontes radioactivas que se pretendam utilizar em betões para edifícios)
- Libertação de metais pesados
- Libertação de carvões poliaromáticos
- Libertação de outras substâncias perigosas
- Durabilidade

Para efeitos de marcação CE, um produtor de agregados que queira comercializar os seus produtos para aplicação no fabrico de betão terá que

verificar a sua conformidade relativamente às propriedades referidas anteriormente, caso elas sejam requeridas.

Os ensaios a realizar para cada uma das seguintes propriedades supracitadas estão especificadas em cada uma das normas harmonizadas de acordo com os diferentes fins a que se destinam os produtos.

2.5.2. Normas

A Directiva 98/34/CE define as normas europeias como especificações técnicas adoptadas pelos organismos europeus de normalização para aplicação repetida ou contínua, cujo cumprimento não é obrigatório. De acordo com as regras internas destes organismos, as normas europeias devem ser transpostas a nível nacional. Esta transposição significa que as normas europeias em questão devem ser postas à disposição de forma idêntica às normas nacionais e que todas as normas nacionais contraditórias devem ser retiradas num dado prazo. (Comissão Europeia, 2000)

2.5.2.1. Normas Harmonizadas

A elaboração e adopção de normas harmonizadas baseia-se nas Orientações Gerais para a cooperação entre os organismos europeus de normalização e a Comissão, assinadas em 13 de Novembro de 1984. As ditas orientações contêm uma série de princípios e compromissos em matéria de normalização, tais como a participação de todas as partes interessadas (por exemplo, fabricantes, associações de consumidores e sindicatos), o papel das autoridades públicas, a qualidade das normas, uma aplicação uniforme das normas em toda a Comunidade e obedecem a um mandato emitido pela Comissão, após consulta dos Estados-Membros. (Comissão Europeia, 2000)

Considera-se que existem normas harmonizadas, na acepção da nova abordagem, quando os organismos europeus de normalização apresentam formalmente à Comissão as normas europeias elaboradas ou identificadas em conformidade com o mandato. (Comissão Europeia, 2000)

Respondendo ao mandato 125, O CEN (Comité Europeu de Normalização) emitiu 7 normas harmonizadas (Quadro 2).

Quadro 2 – Normas harmonizadas no âmbito dos agregados.

Referências	Títulos
EN 12 620; 2002	Agregados para betão
EN 13 043; 2002	Agregados para misturas betuminosas e tratamentos superficiais em estradas, aeroportos e outras áreas com tráfego
EN 13 055-1; 2002	Agregados leves – Parte 1: Agregados leves para betão, argamassa e calda de cimento
EN 13 139; 2002	Agregados para argamassa
EN 13 242; 2002	Agregados para misturas não ligadas ou tratadas com ligantes hidráulicos, para uso em obra de construção civil e na construção de estradas
EN 13 383-1; 2002	Agregado para estruturas de produção costeira – Parte 1: Especificação
EN 13 450; 2002	Agregados para balastro

Neste trabalho foram realizados diversos ensaios subjacentes à marcação CE em agregados de calcário cuja finalidade era serem utilizados em betão, tendo sido utilizada a EN 12 620:2002, e em balastro com o objectivo de ser utilizado em vias férreas, no qual se utilizou a EN 13450:2002.

Norma Harmonizada EN 12 620:2002 – Agregados para betão

A EN 12620:2002 foi elaborada pelo Comité Técnico CEN/TC 154 “Agregados”, cujo Secretariado é assegurado pelo BSI. A esta Norma Europeia deve ser dado o estatuto de Norma Nacional, quer pela publicação de um texto idêntico, quer por adopção, devendo proceder-se à anulação das Normas Nacionais divergentes.

Esta Norma Europeia foi elaborada no quadro de um mandato dado ao CEN pela Comissão Europeia e pela Associação Europeia de Comércio Livre e contempla os requisitos essenciais da(s) Directiva(s) da UE.

De acordo com o Regulamento Interno do CEN/CENELEC, são obrigados a implementar esta Norma Europeia os organismos nacionais de

normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça.

A EN 12 620:2002 especifica as características dos agregados e dos fíleres obtidos a partir de materiais naturais, artificiais ou reciclados e das misturas destes agregados que são utilizados no fabrico do betão. É aplicável aos agregados para betão que tenham uma massa volúmica após secagem em estufa superior a 2Mg/m^3 (2000 kg/m^3), incluindo os betões conformes a EN 206-1 (Betão Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade), os betões para construção de estradas e outros pavimentos e os betões com que se fabricam os produtos pré-fabricados de betão. Esta Norma não é aplicável aos fíleres usados como constituintes do cimento ou para outro fim que não seja o de fíleres inertes para betões.

Também especifica as características relativas a um sistema de controlo de qualidade na produção de agregados e à avaliação de conformidade dos produtos com esta Norma Europeia.

Na Tabela 1 estão indicadas as características essenciais para os agregados que estão abrangidos no âmbito da norma EN 12620:2002. Nas tabelas 2, 3 e 4 é apresentada a frequência mínima dos ensaios relativos ao controlo de produção para as propriedades gerais, relativos às propriedades dos agregados destinados a uma utilização particular, e relativos às propriedades gerais dos agregados de origens especiais, respectivamente.

Tabela 1 – Campo de aplicação e secções relativas a requisitos relevantes.

Produto	Agregados obtidos por processamento de materiais naturais, artificiais ou reciclados e por mistura destes agregados e abrangidos no âmbito desta Norma		
Utilização prevista	Betão para edifícios, estradas e outros trabalhos de engenharia civil		
Características essenciais	Secções desta Norma e/ou de outras Normas	Nível (níveis) e/ou classe(s)	Notas
Forma, dimensões e massa volúmica	4.2 Dimensão	Nenhum	Designação (d/D)
	4.3 Granulometria	Nenhum	Tolerância/categoria
	4.4 Forma das partículas	Nenhum	Categoria
	5.5 Massa volúmica e absorção de água	Nenhum	Valor declarado
Limpeza	4.5 Teor de conchas do agregado grosso	Nenhum	Categoria
	4.6 Finos	Nenhum	Categoria
Resistência à fragmentação/esmagamento	5.2 Resistência à fragmentação do agregado grosso	Nenhum	Categoria
Resistência ao polimento/abrasão/ desgaste	5.3 Resistência ao desgaste do agregado grosso	Nenhum	Categoria
	5.4.1 Resistência ao Polimento	Nenhum	Categoria
	5.4.2 Resistência à abrasão	Nenhum	Categoria
	5.4.3 Resistência à abrasão provocada por pneus com correntes	Nenhum	Categoria
	6.2 Cloretos	Nenhum	Valor declarado
Composição/teor	6.3.1 Sulfatos solúveis em ácido	Nenhum	Categoria
	6.3.2 Enxofre total	Nenhum	Valor de aceitação/rejeição
	6.4.1 Constituintes que alteram o tempo de presa e a resistência do betão	Nenhum	Valor de aceitação/rejeição
	6.5 Teor de carbonatos das areias para camadas de desgaste de pavimentos de betão	Nenhum	Valor declarado
Estabilidade volumétrica	5.7.2 Estabilidade volumétrica-retracção por secagem	Nenhum	Valor de aceitação/rejeição
	6.4.2 Constituintes que afectam a estabilidade volumétrica das escórias de alto-forno arrefecidas por ar	Nenhum	Valor de aceitação/rejeição Valor declarado
Absorção de água	5.5 Massa volúmica e absorção de água	Nenhum	Valor declarado
Substâncias perigosas: Emissão radioactiva (agregados de origem radioactiva usados no betão de edifícios) Libertação de metais pesados Libertação de hidrocarbonetos poliaromáticos Libertação de outras substâncias perigosas		Nenhum	Terceiro parágrafo da secção ZA.3
Durabilidade face ao gelo/degelo	5.7.1 Reacção ao gelo/degelo do agregado grosso	Nenhum	Categoria
Durabilidade face à reacção alcali-silica	5.7.3 Reacção alcali-silica	Nenhum	Valor declarado

Tabela 2 – Frequência mínima dos ensaios para as propriedades gerais.

	Propriedade	Secção	Notas/referências	Método de ensaio	Frequência mínima dos ensaios
1	Granulometria	4.3.1 4.3.6		EN 933-1 EN 933-10	1 por semana
2	Partículas finas do agregado grosso	4.4	A frequência dos ensaios aplica-se a agregados britados. A frequência dos ensaios para agregados não britados depende da origem e pode ser reduzida.	EN 933-3 EN 933-4	1 por mês
3	Teor de finos	4.6		EN 933-1	1 por semana
4	Qualidade dos finos	4.6	Só quando exigido de acordo com o especificado no anexo D.	EN 933-8 EN 933-9	1 por semana
5	Massa volúmica e absorção de água	5.5		EN 1097-6	1 por ano
6	Reacção alcali-silica	5.7.3		^a	Quando requerido e em caso de dúvida
7	Descrição petrográfica	8.1		EN 932-3	1 por cada 3 anos
8	Substâncias perigosas ^a Em particular: Emissão radioactiva Libertação de metais pesados Libertação de hidrocarbonetos poliaromáticos	H.3.3 H.4	^b	^b	Quando requerido e em caso de dúvida

^a De acordo com a regulamentação em vigor no local de utilização.

^b Salvo indicação em contrário, somente quando necessário para a marcação CE (ver anexo ZA)

Tabela 3 – Frequência mínima dos ensaios para determinar as propriedades dos agregados destinados a uma utilização particular.

	Propriedade	Secção	Notas/referências	Método de ensaio	Frequência mínima dos ensaios
1	Resistência à fragmentação	5.2	Para betões de elevada resistência	EN 1097-2	2 por ano
2	Resistência ao desgaste	5.3	Só para agregados destinados a camadas de desgaste	EN 1097-1	1 de 2 em 2 anos
3	Resistência ao polimento	5.4	Só para agregados destinados a camadas de desgaste	EN 1097-8	1 de 2 em 2 anos
4	Resistência à abrasão	5.4.2	Só para agregados destinados a camadas de desgaste	EN 1097-8:1999, anexo A	1 de 2 em 2 anos
5	Resistência à abrasão provocada por pneus com correntes	5.4.3	Só nos locais onde se usam pneus com correntes	EN 1097-9	1 de 2 em 2 anos
6	Resistência ao gelo/degelo	5.7.1		EN 1367-1 ou EN 1367-2	1 de 2 em 2 anos
7	Teor de cloretos	6.2	Para agregados de origem marinha Ver Quadro H.3	EN 1744-1:1998, secção 7	1 de 2 em 2 anos
8	Teor de carbonato	6.5	Areias destinadas a camadas de desgaste de betão	EN 1744-1:1998, 12.3 EN 196-21:1989, secção 5	1 de 2 em 2 anos

Tabela 4 – Frequência mínima dos ensaios para determinar as propriedades dos agregados de origens especiais.

	Propriedade	Secção	Notas/referências	Método de ensaio	Frequência mínima dos ensaios
1	Teor de Conchas	4.5	Agregado grosso de origem marinha	EN 933-7	1 por ano
2	Estabilidade volumétrica – retracção por secagem	5.7.2		EN 1367-4	1 por 5 anos
3	Teor de cloretos	6.2	Agregado de origem marinha	EN 1744-1:1998, secção 7	1 por semana
4	Constituintes contendo enxofre	6.3	Apenas para escórias de alto-forno	EN 1744-1:1998, secção 12	2 por ano
			Outros agregados além das escórias de alto-forno arrefecidas por ar	EN 1744-1:1998, secção 12	1 por ano
5	Substâncias orgânicas:	6.4.1		EN 1744-1:1998, 15.1	1 por ano
	o teor de húmus				
	o ácido fúlvico (quando o teor de húmus é alto)			EN 1744-1:1998, 15.2	1 por ano
	o ensaio comparativo de resistências - tempo de presa			EN 1744-1:1998, 15.3	1 por ano
	o impurezas orgânicas leves			EN 1744-1:1998, 14.2	2 por ano
6	Desintegração do silicato bicalcico	6.4.2.1	Apenas para escórias de alto-forno	EN 1744-1:1998, 19.1	2 por ano
7	Desintegração do ferro	6.4.2.2	Apenas para escórias de alto-forno	EN 1744-1:1998, 19.2	2 por ano

Norma Harmonizada EN 13 450:2002 – Agregado para balastro

A EN 13450:2002, foi elaborada pelo Comité Técnico CEN/TC 154 "Agregados", cujo Secretariado é assegurado pelo BSI. A esta Norma Europeia deve ser dado o estatuto de Norma Nacional, quer pela publicação de um texto idêntico, quer por adopção, o mais tardar até Junho 2003, e as normas nacionais divergentes tiveram que ser revogadas até Junho 2004. Esta foi elaborada sob mandato da Comissão Europeia e da Associação Europeia de

Comércio Livre ao CEN e suporta os requisitos essenciais das Directivas da UE.

De acordo com o Regulamento Interno do CEN/CENELEC, são obrigados a implementar esta Norma Europeia os organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça.

Esta Norma Europeia especifica as propriedades dos agregados não ligados obtidos a partir do processamento de materiais naturais, artificiais ou reciclados para utilização na construção de vias-férreas, sendo que no âmbito desta Norma, o agregado é referido como balastro.

A tabela 5 indica as características essenciais para o balastro para a construção de vias-férreas no âmbito desta norma. O requisito relativo a uma determinada propriedade não se aplica nos Estados Membros que não possuam requisitos regulamentares relativos a essa propriedade, relacionada com a utilização prevista. Neste caso, os produtores que colocam o seu produto no mercado desses Estados Membros não são obrigados a determinar nem a declarar o desempenho dos seus produtos relativamente a essa propriedade e a opção “Desempenho Não Determinado” (DND) pode ser utilizada na informação que acompanha a marcação CE. A opção DND não pode, contudo, ser utilizada quando esta propriedade está sujeita a um valor limite de aceitação/rejeição.

Na tabela 6 é apresentado a frequência mínima dos ensaios relativos ao controlo de produção.

Tabela 5 – Campo de aplicação e secções relativas a requisitos relevantes.

Produto	Agregados não ligados obtidos a partir do processamento de materiais naturais, artificiais ou reciclados, tal como referido no campo de aplicação desta norma.		
Utilização prevista:	Balastro para utilização na construção de vias férreas		
Características essenciais	Secções relativas a requisitos constantes desta e/ou de outra(s) Norma(s)	Nível (eis) e/ou classe(s)	Notas
Forma, dimensão e massa volúmica das partículas	6.2 Dimensão do balastro	Nenhum	Designação d e D
	6.3 Granulometria	Nenhum	Categoria
	6.6 Forma das partículas	Nenhum	Categoria
	7.4.2 Massa volúmica das partículas	Nenhum	Valor declarado
Resistência à fragmentação	7.2 Resistência à fragmentação	Nenhum	Categoria
Resistência a atrito	7.3 Resistência ao desgaste por atrito	Nenhum	Categoria
Limpeza	6.3 Teor em finos	Nenhum	Categoria
Libertação de substâncias perigosas	NOTA em ZA.1 acima mencionada I.3.3 Identificação da matéria prima I.4 Gestão da produção		No final do parágrafo ZA.3
Durabilidade face ao gelo-degelo	7.4.1 Resistência ao gelo-degelo	Nenhum	Valor declarado
Durabilidade face à meteorização	7.5 “Sonnenbrand”	Nenhum	Valor declarado

Tabela 6 – Frequência mínima dos ensaios para as propriedades gerais.

	Propriedade	Secção	Método de ensaio	Frequência mínima dos ensaios
1	Granulometria	6.3	EN 933-1	1 por semana
2	Partículas finas	6.4	EN 933-1	1 por semana
3	Finos	6.5	EN 933-1	1 por semana
4	Forma das partículas	6.6	EN 933-3 EN 933-4	1 por mês
5	Comprimento das partículas	6.7	-	1 por mês
6	Resistência à fragmentação - Los Angeles - Valor de resistência ao impacto	7.2	EN 1097-2	2 por ano
7	Resistência ao desgaste por atrito (micro-Deval)	7.3	EN 1097-1	2 por ano
8	Resistência ao gelo e ao degelo	7.4.1	EN 1367-1 EN 1367-2	2 por ano
9	Massa volúmica das partículas	7.4.2	EN 1097-6:2000, anexo B	2 por ano
10	Absorção de água	7.4.3	EN 1097-6:2000, anexo B	2 por ano
11	«Sonnenbrand»	7.5	EN 1367-3	2 por ano
12	Libertação de substâncias perigosas ^a	I.3.3. I.4	^a	Quando requerido e em caso de dúvida

^a Apenas quando necessário para a marcação CE, excepto se especificado de outro modo (veja-se o anexo ZA)

2.5.2.2. Normas de ensaio

Na sequência da elaboração da norma harmonizada foram preparadas diversas normas de ensaio para a determinação das propriedades gerais, geométricas, mecânicas e físicas, térmicas e de meteorização, e químicas dos agregados (Tabela 7).

Tabela 7 – Normas de ensaio para agregados.

Referência	Grupos de Normas		
EN 932	Ensaio para a determinação das propriedades gerais dos agregados	Parte 1 – EN 932-1	Métodos de amostragem
		Parte 2 – EN 932-2	Métodos de redução de amostras em laboratório
		Parte 3 – EN 932-3	Procedimento e terminologia de descrição petrográfica simplificada
		Parte 4 – EN 932-4	[Documento suspenso]
		Parte 5 – EN 932-5	Equipamento de laboratório corrente e calibração
		Parte 6 – EN 932-6	Definições de repetibilidade e reprodutibilidade
EN 933	Ensaio das propriedades geométricas dos agregados	Parte 1 – EN 933-1	Análise granulométrica. Método de peneiração
		Parte 2 – EN 933-2	Análise granulométrica. Peneiros de ensaio, aberturas nominais
		Parte 3 – EN 933-3	Determinação da forma das partículas. Índice de achatamento
		Parte 4 – EN 933-4	Determinação da forma de partículas. Índice de forma
		Parte 5 – EN 933-5	Determinação da percentagem de superfícies esmagadas e partidas nas partículas de agregados grossos
		Parte 6 – EN 933-6	Determinação do coeficiente de escoamento dos agregados
		Parte 7 – EN 933-7	Determinação do teor de conchas nos agregados grossos
		Parte 8 – EN 933-8	Determinação do teor de finos. Ensaio de equivalente de areia
		Parte 9 – EN 933-9	Determinação do teor de finos. Ensaio do azul de metileno
		Parte 10 – EN 933-10	Determinação do teor de finos. Granulometria dos fileres (peneiração por jacto de ar)
		Parte 11 – EN 933-11	Ensaio de classificação para os constituintes dos agregados reciclados grossos
EN 1097	Ensaio das propriedades mecânicas e físicas dos agregados	Parte 1 – EN 1097-1	Determinação da resistência ao desgaste (micro-Deval)
		Parte 2 – EN 1097-2	Métodos para a determinação da resistência à fragmentação
		Parte 3 – EN 1097-3	Determinação da baridade e do volume de vazios
		Parte 4 – EN 1097-4	Determinação dos vazios do filer seco compactado
		Parte 5 – EN 1097-5	Determinação do teor em água por secagem em estufa ventilada
		Parte 6 – EN 1097-6	Determinação da massa volúmica real e da absorção de água
		Parte 7 – EN 1097-7	Determinação da massa volúmica do filer. Método do picnómetro
		Parte 8 – EN 1097-8	Determinação do coeficiente de polimento
		Parte 9 – EN 1097-9	Determinação da resistência ao desgaste provocado por pneus com correntes: Ensaio nórdico
		Parte 10 – EN 1097-10	Altura de absorção de água
EN 1367	Ensaio das propriedades térmicas e de meteorização dos agregados	Parte 1 – EN 1367-1	Determinação da resistência ao gelo-degelo
		Parte 2 – EN 1367-2	Ensaio do sulfato de magnésio
		Parte 3 – EN 1367-3	Ensaio de ebulição dos basaltos "sonnenbrenner" e de desintegração das escórias
		Parte 4 – EN 1367-4	Determinação da retracção por secagem
		Parte 5 – EN 1367-5	Determinação da resistência ao choque térmico
EN 1744	Ensaio das propriedades químicas dos agregados	Parte 1 – EN 1744-1	Análise química
		Parte 2 – EN 1744-2	Determinação da resistência à reacção álcali-agregado
		Parte 3 – EN 1744-3	Preparação de eluatos por lixiviação dos agregados

EN 1744 (Continuação)	Ensaio das propriedades químicas dos agregados	Parte 4 – EN 1744-4	Determinação da susceptibilidade à água dos fileres para misturas betuminosas
		Parte 5 – EN 1744-5	Determinação dos sais de cloretos solúveis em ácido
		Parte 6 – EN 1744-6	Determinação da influência do extracto dos agregados no tempo de início de presa do cimento

2.5.3. Atestação da conformidade de agregados

Nas tabelas 8 e 9 são referidos os sistemas de atestação da conformidade para os agregados e fileres indicados na tabela 1 e agregados para balastro indicados na tabela 6, de acordo com o mandato M 125 "Agregados".

Tabela 8 – Sistemas de atestação da conformidade dos agregados e fileres para utilizações com requisitos de segurança elevados (requerendo a intervenção de uma terceira parte).

Produtos	Utilizações previstas	Nível(eis) ou classe(s)	Sistema de atestação da conformidade
Agregados para betão, argamassa e caldas de injeção	Em edifícios, estradas e outras obras de engenharia civil	-	2+
Fíleres para betão, argamassa e caldas de injeção	Em edifícios, no fabrico de produtos prefabricados de betão, em estradas e outras obras de engenharia civil	-	2+
Agregados (Balastro de via férrea)	Para utilização na construção de vias férreas	-	2+

Tabela 9 – Sistemas de atestação da conformidade dos agregados e fileres para utilizações sem requisitos de segurança elevados (não requerendo a intervenção de uma terceira parte).

Produto(s)	Utilizações previstas	Nível (eis) ou classe(s)	Sistema de atestação da conformidade
Agregados para betão, argamassas e caldas de injeção	Em edifícios, estradas e outras obras de engenharia civil	-	4
Fíleres para betão, argamassas e caldas de injeção	Em edifícios, no fabrico de produtos prefabricados de betão, em estradas e outras obras de engenharia civil	-	4
Agregados (Balastro de via férrea)	Para utilização na construção de vias férreas	-	4

Como já foi referido no quadro 1, o sistema 2+ atribui ao produtor as tarefas de controlo de produção em fábrica e dos ensaios de tipo iniciais, enquanto que ao organismo notificado cabe a tarefa de certificação do controlo de produção em fábrica, nomeadamente, a inspecção do inicial, fiscalização contínua, avaliação e aprovação do controlo da produção em fábrica. O sistema 4 apenas atribui tarefas ao produtor, designadamente o controlo da produção em fábrica e ensaios de tipo iniciais.

2.5.4. Colocação no mercado

Para agregados sujeitos ao sistema 2+, quando a conformidade com os requisitos da respectiva norma é obtida, e uma vez que o organismo notificado tenha emitido o certificado de conformidade, o produtor ou o seu agente estabelecido dentro do espaço económico europeu deve redigir e manter uma declaração de conformidade, a qual habilita o produtor a afixar a marcação CE.

A declaração deverá ser acompanhada por um certificado do controlo da produção em fábrica, emitido pelo organismo notificado, o qual deve conter, em aditamento à informação supracitada, o seguinte:

- nome e morada do organismo notificado;
- número do certificado de controlo da produção em fábrica;
- condições e período de validade do certificado, quando aplicável;
- nome e função da pessoa habilitada a assinar o certificado.

A declaração de conformidade deverá ser apresentada na língua ou línguas oficiais do Estado Membro no qual o produto será utilizado.

Para os agregados sujeitos ao sistema 4, quando a conformidade com os requisitos da respectiva norma, o produtor ou o seu agente estabelecido dentro do espaço económico europeu deve redigir e manter a declaração de conformidade CE, a qual habilita o produtor a afixar a marcação CE.

A declaração de conformidade deve ser apresentada na língua ou línguas oficiais do Estado Membro no qual o produto será utilizado.

O produtor ou o seu representante autorizado estabelecido dentro do EEE é responsável pela afixação da marcação CE. O símbolo da marcação CE a afixar deve estar de acordo com a Directiva 93/68/EC e deve figurar na

etiqueta, na embalagem ou nos documentos comerciais que acompanham o produto, como por exemplo, uma guia de remessa. O símbolo da marcação CE deve ser acompanhado da seguinte informação:

- número de identificação do organismo de certificação (apenas para produtos sujeitos ao sistema 2+);
- nome ou marca de identificação e morada da sede social do produtor;
- os dois últimos dígitos do ano em que a marcação foi aposta;
- número do certificado de controlo da produção dos agregados em fábrica (apenas para produtos sujeitos ao sistema 2+);
- referência à Norma Europeia;
- descrição do produto: nome genérico, material, dimensões e utilização prevista;
- informação relativa às características essenciais relevantes:
 - valores declarados e, quando relevante, nível ou classe/categoria (incluindo a inscrição “aceite” para requisitos aceitação/rejeição, quando necessário) a declarar para cada característica essencial; e
 - a menção a “Desempenho Não Determinado” (DND) para as características às quais se aplique.

A opção “Desempenho Não Determinado” (DND) não pode ser utilizada quando a propriedade é sujeita a um nível de aceitação/rejeição. De outro modo, a opção DND pode ser utilizada quando e onde a característica, para uma determinada utilização prevista, não for sujeita a requisitos regulamentares.

2.6. Processo de Marcação CE na Pedra natural

A comissão europeia emitiu o mandato 119, revestimentos de pisos, e o mandato 121, revestimentos de paredes e tectos, ao CEN/CENELEC. Estes enquadram-se na política geral da comissão em relação à harmonização técnica e normalização, assim como do objectivo da directiva dos produtos de construção.

Estes mandatos são baseados na Directiva e têm em consideração Documentos Interpretativos (O.J. No. C 62, 28.02.1994) que servem de referência para o estabelecimento de normas harmonizadas. Estes mandatos servem para assegurar a qualidade das normas harmonizadas para produtos, sempre com a referência ao state of the art, com particular referência ao desempenho dos produtos, permitindo que o desempenho satisfaça os requisitos essenciais mencionados no anexo I da directiva. (Comissão Europeia, 1997)

2.6.1. Propriedades a verificarem pela pedra natural

Como já foi referido, os requisitos essenciais são relativos às obras e não aos produtos, sendo assim necessário transpor os requisitos essenciais verificados pelas obras em propriedades a verificar por cada uma das componentes, nomeadamente pelos materiais nelas a incorporar.

O mandato 119, revestimentos de pisos, e o mandato 121, revestimentos de paredes e tectos, definem as características e as propriedades da pedra natural a ter em conta para que a respectiva verificação de conformidade possa garantir que as obras onde são aplicadas possam cumprir os requisitos essenciais (Tabela 10).

Para efeitos de marcação CE, um produtor de pedra natural que queira comercializar os seus produtos terá que verificar a sua conformidade relativamente às propriedades referidas na tabela 10, caso elas sejam requeridas.

Os ensaios a realizar para cada uma das seguintes propriedades supracitadas estão especificadas em cada uma das normas harmonizadas de acordo com os diferentes fins a que se destinam os produtos.

Tabela 10 – Requisitos essenciais definidos pelos mandatos 119 e 121 para a pedra natural.

	Propriedades	Aplicação
Mandato 119	Energia de rotura Resistência ao escorregamento/derrapagem Capacidade de rolamento de carga Aspecto Comportamento eléctrico	Pisos, estradas e outras áreas de tráfego; sistemas de pisos prefabricados e galerias, escadas, rampas, incluindo trabalhos externos, acabamentos de pisos e escadas
Mandato 121	Reacção ao fogo Permeabilidade ao vapor de água Permeabilidade à água Libertação de asbestos Libertação de outras substâncias perigosas Propriedades de fragmentação Resistência mecânica Resistência à fixação Resistência ao choque térmico Resistência térmica	Paredes externas, paredes internas e partições, tectos suspensos, acabamentos externos de paredes, acabamentos internos de paredes e partições e acabamento de tectos

2.6.2. Normas

Como já foi referido no ponto 2.5.2. a Directiva 98/34/CE define as normas europeias como especificações técnicas adoptadas pelos organismos europeus de normalização, devendo ser transpostas a nível nacional, devendo todas as normas nacionais contraditórias ser retiradas.

2.6.2.1. Normas Harmonizadas

Como já foi referido no ponto 2.5.2.1. a elaboração e adopção de normas harmonizadas baseia-se nas Orientações Gerais para a cooperação entre os organismos europeus de normalização e a Comissão, considerando-se que existem normas harmonizadas, na acepção da nova abordagem, quando os organismos europeus de normalização apresentam formalmente à Comissão as normas europeias elaboradas ou identificadas em conformidade com o mandato.

Respondendo aos mandatos 119 e 121, O CEN (Comité Europeu de Normalização) emitiu diversas normas harmonizadas, entre as quais 8 dizem respeito a aplicação de pedra natural em construções (Quadro 3).

Quadro 3 – Normas harmonizadas para pedra natural.

Referências	Títulos
NP EN 1341:2004 [1ª Edição]	Lajes de pedra natural para pavimentos exteriores. Requisitos e métodos de ensaio.
EN 1342:2001	Calçada de pedra natural para pavimentos exteriores. Requisitos e métodos de ensaio.
EN 1343:2001	Lancil de pedra natural para pavimentos exteriores
EN 1469:2004	Produtos de pedra natural – Placas para revestimento de paredes – Requisitos
EN 12057:2004	Produtos de pedra natural – Ladrilhos modulares – Requisitos
EN 12058:2004	Produtos de pedra natural – Placas para pisos e escadas – Requisitos
NP EN 12326- 1:2005 (Ed.1)	Ardósias e produtos em pedra para coberturas descontínuas e revestimentos de paredes Parte 1: Especificações dos produtos
EN 1469:	Placas em pedra natural para revestimentos

Neste trabalho foram realizados diversos ensaios subjacentes à marcação CE em lajes e calçada de pedra natural para pavimentos exteriores, tendo sido utilizada a NP EN 1341:2004 e a EN 1342:2001, respectivamente.

Norma Harmonizada EN 1341:2001 – Lajes de pedra natural para pavimentos exteriores

A presente Norma EN 1341:2001 foi elaborada pelo Comité Técnico CEN/TC 178 “Paving units and Kerbs”, cujo Secretariado é assegurado pelo BSI. A esta Norma Europeia foi dada o estatuto de Norma Nacional, devendo anular-se as Normas Nacionais divergentes, assim como a Norma EN 1341:2000.

Esta Norma Europeia foi elaborada no quadro do mandato 119 dado ao CEN pela Comissão Europeia e pela Associação Europeia de Comércio Livre e contempla os requisitos essenciais das Directivas da EU.

De acordo com o Regulamento Interno do CEN/CENELEC, são obrigados a implementar esta Norma Europeia os organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça.

A presente Norma Europeia especifica as propriedades e os correspondentes ensaios para lajes de pedra natural para pavimentos exteriores. Também especifica as características relativas a um sistema de controlo de qualidade e à avaliação de conformidade dos produtos com esta Norma. Na tabela 11 estão especificadas os requisitos relevantes que são abrangidos no âmbito desta norma.

Tabela 11 – Campo de aplicação e secções relativas a requisitos relevantes da EN 1341:2001.

Produto de construção	Lajes de pedra natural para pavimentos exteriores		
Utilização prevista	Unidades de pavimentação de pedra natural para uso externo e acabamento de estradas		
Características essenciais	Secções desta Norma e/ou de outras Normas	Nível (níveis) e/ou classe(s)	Notas
Resistência à rotura	4.3 Resistência à flexão	Nenhum	
Resistência ao deslize/escorregamento	4.5 Resistência ao deslize/escorregamento	Nenhum	
Durabilidade	4.2 Resistência ao gelo/degelo 4.4 Resistência à abrasão	Nenhum	

Norma Harmonizada EN 1342:2001 – Calçada de pedra natural para pavimentos exteriores

A presente Norma EN 1342:2001 foi elaborada pelo Comité Técnico CEN/TC 178 “Paving units and Kerbs”, cujo Secretariado é assegurado pelo BSI. A esta Norma Europeia é dada o estatuto de Norma Nacional, devendo as Normas Nacionais divergentes serem anuladas. Esta Norma Europeia substituiu a Norma EN 1342:2000.

Esta Norma Europeia foi elaborada no quadro do mandato 119 dado ao CEN pela Comissão Europeia e pela Associação Europeia de Comércio Livre e contempla os requisitos essenciais das Directivas da UE.

De acordo com o Regulamento Interno do CEN/CENELEC, são obrigados a implementar esta Norma Europeia os organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça.

A presente Norma Europeia especifica os requisitos (Tabela 12) e os correspondentes ensaios para calçada de pedra natural para pavimentos exteriores. Também especifica as características relativas a um sistema de controlo de qualidade e à avaliação de conformidade dos produtos com esta Norma.

Tabela 12 – Campo de aplicação e secções relativas a requisitos relevantes da EN 1342:2001.

Produto de construção	Blocos de pedra natural para pavimentos exteriores	
Utilização prevista	Unidades de pavimentação de pedra natural para uso externo e acabamento de estradas	
Características essenciais	Secções desta Norma e/ou de outras Normas	Nível (níveis) e/ou classe(s)
Resistência à compressão	4.3 Resistência à compressão	Nenhum
Slipperiness	4.5 Resistência ao escorregamento	Nenhum
Skid resistance	4.5 Resistência ao deslize	Nenhum
Durabilidade	4.2 Resistência ao gelo/degelo 4.4 Resistência à abrasão	Nenhum

2.6.2.2. Normas de ensaio

Na sequência da elaboração da norma harmonizada foram preparadas diversas normas de ensaio para a determinação das propriedades gerais da pedra natural para aplicação na construção (Tabela 13).

Tabela 13 – Normas de ensaio para pedra natural.

Referência		
EN 1925	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação do coeficiente de absorção de água por capilaridade
EN 1926	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da resistência à compressão
EN 1936	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da densidade real e densidade aparente e da porosidade aberta e total
EN 12370	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da resistência à cristalização de sais
EN 12371	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da resistência ao gelo (frio)
EN 12372	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da resistência à flexão sob carga centrada
EN 12407	Métodos de ensaio para pedra natural	Descrição petrográfica
EN 13161	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da resistência à flexão sob momento constante
EN 13373	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação das características geométricas em “unidades”
EN 13755	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da absorção de água à pressão atmosférica
EN 13919	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da resistência ao envelhecimento pela acção de SO ₂ na presença de humidade
EN 14066	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da resistência ao envelhecimento por choque térmico
EN 14205	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da knoop hardness
prEN 14147	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da resistência ao envelhecimento por nevoeiro salino
prEN 14157	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da resistência à abrasão
prEN 14158	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da energia de ruptura
prEN 14231	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da resistência ao deslize através do teste do pêndulo
prEN 14579	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação da velocidade de propagação do som
prEN 14580	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação do módulo elástico estático
prEN 14581	Métodos de ensaio para pedra natural	Determinação do coeficiente de expansão termal

2.6.3. Atestação da conformidade da pedra natural

O sistema de atestação da conformidade para pedra natural, lajes e calçada de pedra para pavimentação exterior, indicado no mandato 119 – “floorings”, é referido na tabela 14, para as aplicações previstas.

Tabela 14 – Sistema de atestação da conformidade para pedra natural.

Produto(s)	Utilização prevista	Nível (eis) ou classe(s)	Sistema de comprovação de conformidade
Produtos de pavimentos rígidos Lajes de pedra natural	Para uso externo e acabamento de estradas para revestir áreas externas de circulação de veículos ou pedestres	-	4
Produtos de pavimentos rígidos Calçada de pedra natural	Para uso externo e acabamento de estradas para revestir áreas externas de circulação de veículos ou pedestres	-	4

Como referido no Quadro 1 o sistema 4 apenas atribui tarefas ao produtor, designadamente o controlo da produção em fábrica e ensaios de tipo iniciais.

Os ensaios de tipo iniciais realizam-se quando um produto deve demonstrar conformidade com a respectiva norma pela primeira vez, por exemplo quando um novo produto vai ser colocado no mercado, deve ser realizado ensaios apropriados para confirmar que as propriedades do produto e os valores declarados pelo produtor vão de encontro os requisitos desta norma. Também se deve considerar um novo produto, e logo sujeito a ensaios de tipo iniciais, quando ocorre uma alteração na matéria-prima ou do processo de produção, que possa alterar as propriedades do produto final. Na tabela 15 são referidos os ensaios de tipo iniciais especificados pelas normas EN 1341:2001 e EN 1342:2001.

Tabela 15 – Ensaio de tipo iniciais para as normas EN 1341:2001 e EN 1342:2001.

EN 1341:2001	EN 1342:2001
Dimensões	Dimensões
Planeza da superfície	Planeza da superfície
Resistência ao gelo/degelo	Resistência ao gelo/degelo
Resistência à flexão	Resistência à Compressão
Resistência à abrasão	Resistência à abrasão
Slip resistance	Slip resistance
Aspecto (ex. aparência visual)	Aspecto (ex. aparência visual)
Absorção de água	Absorção de água
Descrição petrográfica	Descrição petrográfica
Tratamento da superfície	Tratamento químico da superfície

2.6.4. Colocação no mercado

Quando um produto atinge conformidade com os requisitos, o produtor ou o seu agente estabelecido na EEE deve preparar e reter a Declaração de Conformidade CE, que autoriza a afixação da marca CE.

A declaração acima mencionada e o certificado devem ser apresentados na língua oficial ou línguas oficiais do Estado-Membro no qual o produto vai ser usado.

O símbolo da marcação CE deve ser acompanhado da seguinte informação:

1. nome ou marca de identificação do produtor;
2. os dois últimos dígitos do ano em que a marcação foi aposta;
3. utilização prevista e descrição da laje ou; utilização prevista e descrição do bloco de pedra para pavimentação;

As características de produto seguintes devem acompanhar a marca CE para produtos com utilização prevista para pavimentos exteriores pedestres e áreas de circulação rodoviária.

4. resistência à ruptura ou; resistência à compressão – valor ou classes declarados de acordo com a norma EN 1926;
5. resistência ao escorregamento (se relevante);
6. resistência à derrapagem (se relevante);
7. durabilidade;
8. tratamento químico da superfície (se apropriado).

Outras características que possam ser importantes podem também ser incluídas na etiqueta, desde que se mantenha distinta da informação da marca CE e de tal forma que se possa considerar que a marca CE não se aplica a essas informações.

CAPÍTULO 3

Resultados

3.1. Marcação CE em Agregados

3.1.1. Introdução

Com o objectivo de explicitar a metodologia subjacente à marcação CE dos agregados, foram realizados diversos ensaios em dois tipos de agregados distintos. O primeiro consiste em balastro, agregado não ligado utilizado na construção de vias férreas, o segundo em agregados utilizados em betão. Como já foi referido anteriormente, no capítulo 2, a classificação do balastro foi realizada de acordo com a norma harmonizadas NP EN 13450:2003 e os agregados para betão foram classificados de acordo com a NP EN 12620:2003.

As amostras, nas quais se procedeu a realização dos diversos ensaios, foram cedidas pela empresa Irmãos Cavaco, S.A., pelo que passamos a apresentar a empresa e alguns aspectos do seu funcionamento interno com importância para os procedimentos da qualidade.

a) A Marcação CE em Agregados na empresa Irmãos Cavaco, S.A.

Fundada por António e Eduardo Cavaco, em 21 de Outubro de 1976, a empresa “Irmãos Cavaco, S.A.” iniciou a sua actividade na exploração de pedreiras e produção de agregados, mas desde cedo alargou a sua área de actividade para o mercado das obras públicas e também para a área das captações de água e serviços de geotecnia, tendo recentemente ganho importância em sociedades de promoção imobiliária.

Para ir de encontro às exigências dum mercado aberto e onde a competitividade é uma palavra-chave, a Irmãos Cavaco assenta a sua política em algumas linhas mestras, entre as quais se destacam: capacidade produtiva, qualidade, política económica e financeira de rigor, política de segurança e política ambiental.

Por ter a qualidade como factor primordial no seu trabalho, foi a primeira empresa de exploração de agregados britados em Portugal certificada pela APCER. A pedreira tem implementado um Sistema de Gestão de Qualidade de acordo com a Norma NP EN ISO 9001.

Situada na freguesia de S. Jorge, concelho de Santa Maria da Feira, a pedreira de “Malaposta” foi a primeira pedreira a ser explorada pela empresa, encontrando-se licenciada desde 1976 e tendo alcançado a 2 de Junho de 2002 a implementação do Sistema de Marcação CE para agregados. A última emissão do certificado de Controlo de Produção em Fábrica foi emitida a 22 de Março de 2005 e permanece válido desde que não se alterem significativamente as condições definidas na especificação técnica harmonizada ou as condições de fabrico e do controlo de produção em fábrica.

b) Organização de Pedreira da empresa Irmãos Cavaco, S.A.

A boa organização de uma empresa é factor primordial para o seu bom funcionamento e chave para o seu sucesso. Neste sentido, a organização da pedreira da Malaposta é um factor importante para o seu desenvolvimento, estando organizada com vista à obtenção dos resultados desejados, caracterizada por uma política de permanente valorização profissional e de formação que atravessa horizontal e verticalmente toda a organização contribuindo para um elevado nível de motivação entre os seus trabalhadores. Na Figura (2) resume-se a organização interna da pedreira.

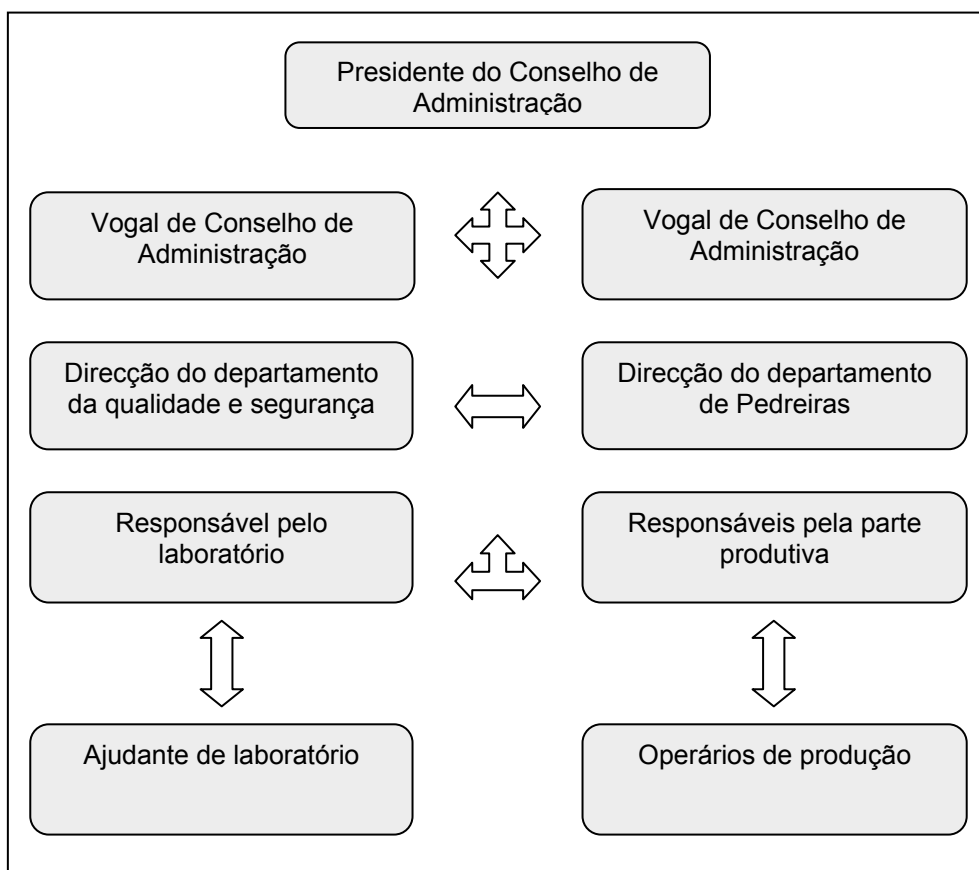


Fig.2 – Representação esquemática da organização da pedreira da Malaposta

b) Geologia da Pedreira da Malaposta

Qualquer pedreira que tenha implementado a marcação CE tem de possuir um estudo geológico do local de exploração. Esse estudo foi efectuado para a pedreira de Malaposta por uma entidade independente em 1995.

Assim, a empresa possui informação detalhada sobre a matéria-prima, a sua origem e mapas com a sua localização e plano de extracção de acordo com as normas harmonizadas

A pedreira encontra-se inserida na faixa Precâmbria de Porto - Albergaria-a-Velha e relativamente próxima da sutura Cadomiana de Porto – Tomar – Córdova.

As litologias sobre as quais recai a actividade industrial têm origem ante ou Sin – Codomiana e foram “reciclados” no Hercínico, isto é, houve uma fusão parcial e recristalização dos litotipos Precâmbrios. Este acontecimento foi favorável ao aproveitamento industrial dos ortognaisses precâmbrios e granitos Hercínicos, pois essa recristalização atenua as descontinuidades e

imprime, de um modo geral, coerência aos materiais. Deste estudo delimitaram-se seis litologias diferentes:

1. granitos gnáissicos de grão fino;
2. granitos gnáissicos de grão médio;
3. ortognaisses granitóides recristalizados;
4. ortognaisses granodioríticos;
5. blastomilonitos;
6. complexo formado por micaxistos, paragnaisses e migmatitos.

Estas litologias surgem do conjunto de transformações tectonometamórficas que ocorreram ao longo dos tempos. Deste modo, um granitóide, de idade precâmblica, intrudiu um complexo de gnaisses e micaxistos, tendo, em conjunto, suportado uma fase de metamorfismo e deformação da mesma idade. Posteriormente, no decurso do ciclo hercínico, estes materiais sofrem profunda transformação com deformação e recristalização blastomilonítica e incorporação de pequenas massas granitóides, provenientes de fusão parcial das litologias pré existentes.

c) Controlo de Produção

De modo a assegurar a conformidade dos agregados com os requisitos relevantes da NP EN 13450 e EN 12 620 é necessário um sistema de controlo de produção, uma vez que o sistema de atestação de conformidade assim o exige.

Para o controlo da qualidade dos agregados é necessário avaliar as propriedades da rocha (matéria-prima) e as propriedades do agregado e correspondentes requisitos:

- Geométricas
- Físicas e mecânicas
- Térmicas e meteorização
- Químicas

As características da rocha dependem de dois elementos fundamentais:

- Os minerais que as compõem, pelo que se deve conhecer:
 - a sua natureza,

- as suas proporções relativas,
 - as suas dimensões,
 - o seu arranjo,
 - o seu estado de alteração.
- As descontinuidades, pelo que se deve conhecer:
 - qual o seu tipo, poro ou fissura,
- a sua importância relativa, porosidade ou grau de fissuração.

3.1.2. Amostragem

Para a caracterização do agregado é necessário verificar as propriedades: a) geométricas, b) físicas e mecânicas, c) térmicas e de meteorização e d) químicas. Estas propriedades são caracterizadas de acordo com as respectivas normas de ensaio. O primeiro passo para esta caracterização é a recolha de amostras, segundo a norma NP EN 932-1:2002.

O objectivo da amostragem é obter uma amostra de conjunto que seja representativa das propriedades médias do lote.

Uma colheita de amostras apropriada e cuidadosa é um pré-requisito para uma análise que forneça resultados fiáveis. O uso correcto da aparelhagem adequada ajuda a evitar amostragem tendenciosa. A variação da amostragem causada por heterogeneidade do lote reduz-se a um nível aceitável retirando um número adequado de incrementos de amostragem (uma quantidade de material retirada de um lote através da operação de aparelhagem de amostragem). Se o agregado for homogeneizado através de processos de produção, um incremento grande pode ser representativo do lote.

Os incrementos de amostragem são seleccionados aleatoriamente de todas as partes do lote que a amostra de conjunto (agregação dos incrementos de amostragem) deve representar. Os agregados dos quais não se conseguem retirar incrementos de amostragem (por não ser acessível ou por outra razão prática qualquer) não devem ser considerados parte do lote que é representado pela amostra de conjunto. A quantidade de amostra de conjunto a ser retirada deve ser calculada tendo em conta a natureza e o número de ensaios, o tamanho e a densidade do agregado.

3.1.3. Balastro – NP EN 13450:2003

Neste estudo foram caracterizadas 6 amostras de balastro de origem gnáissica, identificadas como B1, B2, B3, B4, B5 e B6. Para esse efeito realizaram-se análises granulométricas (EN 933-1:2000), teor em partículas finas e teor em finos (EN 933-1:2000), formas das partículas, designadamente o índice de achatamento (EN 933-3:2000) e o índice de forma (EN 933-4:2002), comprimento das partículas, resistência à fragmentação (EN 1097-2:1998) e resistência ao desgaste – coeficiente de micro-Deval (EN 1097-1:2000).

3.1.3.1 Análise Granulométrica – NP EN 933-1:2000

A granulometria do balastro, determinada de acordo com a EN 933-1, deve ser declarada pela correspondente categoria especificada pela norma harmonizada.

O ensaio consiste na separação, por meio de um conjunto de peneiros, de um material em diversas classes granulométricas de granulometria decrescente. A dimensão das aberturas e o número de peneiros são seleccionados de acordo com a natureza da amostra e a precisão exigida.

A massa das partículas retidas nos diversos peneiros é relacionada com a massa inicial do material. As percentagens cumulativas que passam em cada peneiro são apresentadas de forma numérica e quando necessário graficamente.

Amostra B1

Da análise granulométrica da amostra de balastro B1 obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 1).

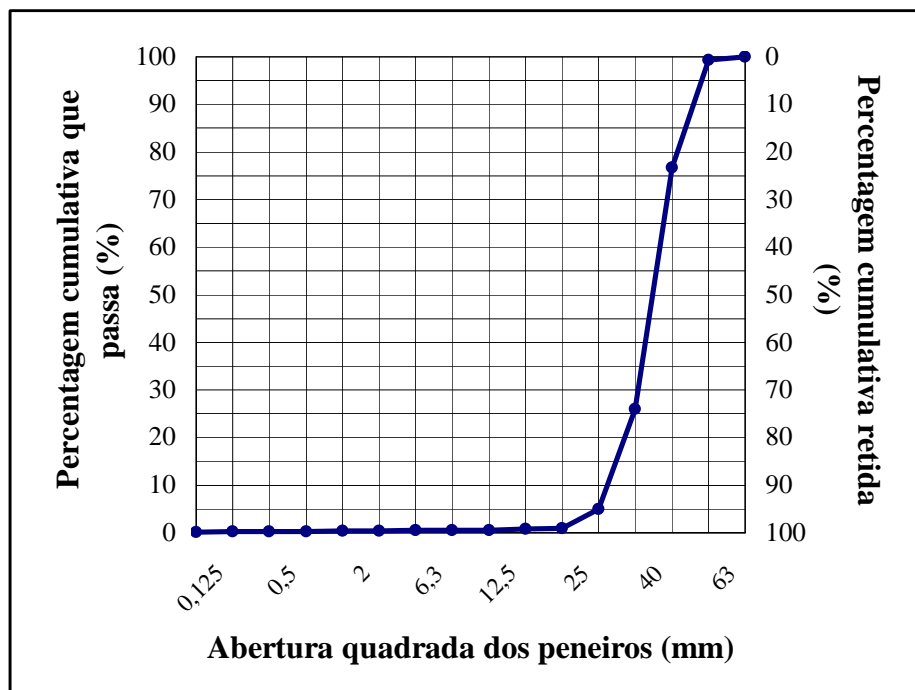


Gráfico 1 – Curva granulométrica da amostra de balastro B1.

Segundo a norma harmonizada EN 13450:2003 um balastro de dimensão 31,5 mm a 50 mm como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 16.

Tabela 16 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B1.

Dimensão dos Peneiros (mm)	Percentagem da massa que passa							
	Amostra B1	Categoria Granulométrica						
		A		B		C		
80	100	100	√	100	√	100	√	
63	100	100	√	97 a 100	√	95 a 100	√	
50	99	70 a 99	√	70 a 99	√	70 a 99	√	
40	77	30 a 65	X	30 a 70	X	25 a 75	X	
31,5	26	1 a 25	X	1 a 25	X	1 a 25	X	
22,4	2	0 a 3	√	0 a 3	√	0 a 3	√	
31,5 a 50	73	≥50	√	≥50	√	≥50	√	
31,5 a 63	-	-		-		-		

Da análise da tabela 16 observa-se que o balastro não pertence a nenhuma categoria granulométrica especificada pela respectiva norma, mas apresentando alguma proximidade com a categoria C, onde se verifica as menores diferenças.

Amostra B2

No gráfico 2 encontra-se representada a curva granulométrica da amostra de balastro B2.

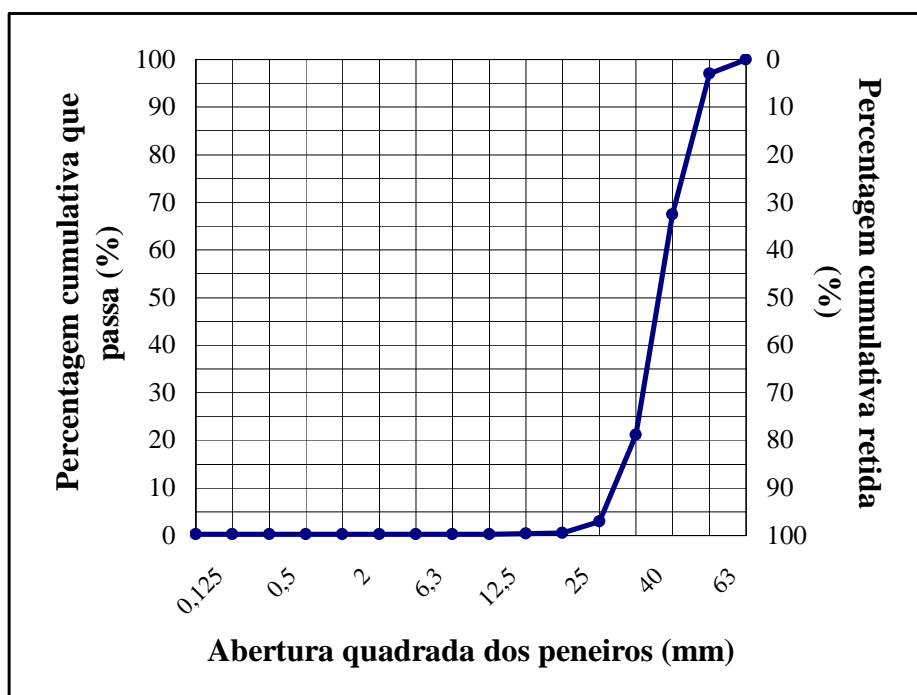


Gráfico 2 – Curva granulométrica da amostra de balastro B2.

Segundo a norma harmonizada EN 13450:2003 um balastro de dimensão 31,5 mm a 50 mm como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 17.

Tabela 17 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B2.

Dimensão dos Peneiros (mm)	Percentagem da massa que passa				
	Amostra B2	Categoria Granulométrica			
		A		B	
80	100	100	√	100	√
63	100	100	√	97 a 100	√
50	97	70 a 99	√	70 a 99	√
40	67	30 a 65	X	30 a 70	√
31,5	21	1 a 25	√	1 a 25	√
22,4	1	0 a 3	√	0 a 3	√
31,5 a 50	76	≥50	√	≥50	√
31,5 a 63	-	-			

Da análise granulométrica pode observa-se que o balastro B2 pertence à categoria B, uma vez que cumpre todos os requisitos desta categoria (tabela 17).

Amostra B3

Da análise granulométrica da amostra de balastro B1 obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 3).

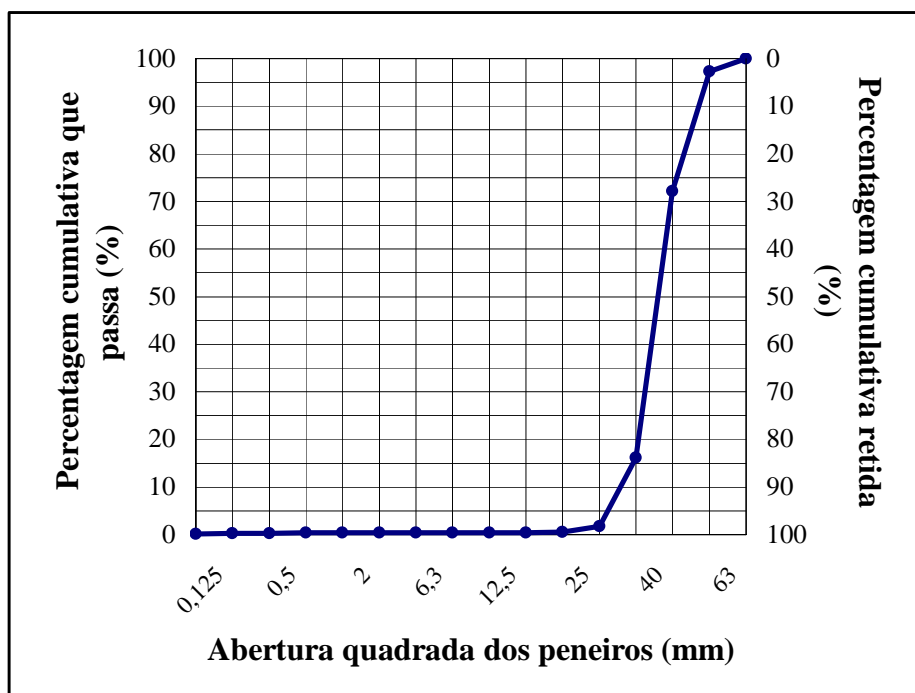


Gráfico 3 – Curva granulométrica da amostra de balastro B3.

Segundo a norma harmonizada EN 13450:2003 um balastro de dimensão 31,5 mm a 50 mm como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 18.

Tabela 18 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B3.

Dimensão dos Peneiros (mm)	Percentagem da massa que passa							
	Amostra B3	Categoria Granulométrica						
		A		B		C		
80	100	100	✓	100	✓	100	✓	
63	100	100	✓	97 a 100	✓	95 a 100	✓	
50	97	70 a 99	✓	70 a 99	✓	70 a 99	✓	
40	72	30 a 65	X	30 a 70	X	25 a 75	✓	
31,5	16	1 a 25	✓	1 a 25	✓	1 a 25	✓	
22,4	1	0 a 3	✓	0 a 3	✓	0 a 3	✓	
31,5 a 50	82	≥50	✓	≥50	✓	≥50	✓	
31,5 a 63	-	-		-		-		-

Da análise da tabela 18 observa-se que o balastro pertence à categoria granulométrica C especificada pela respectiva norma.

Amostra B4

No gráfico 4 encontra-se representada a curva granulométrica da amostra de balastro B4.

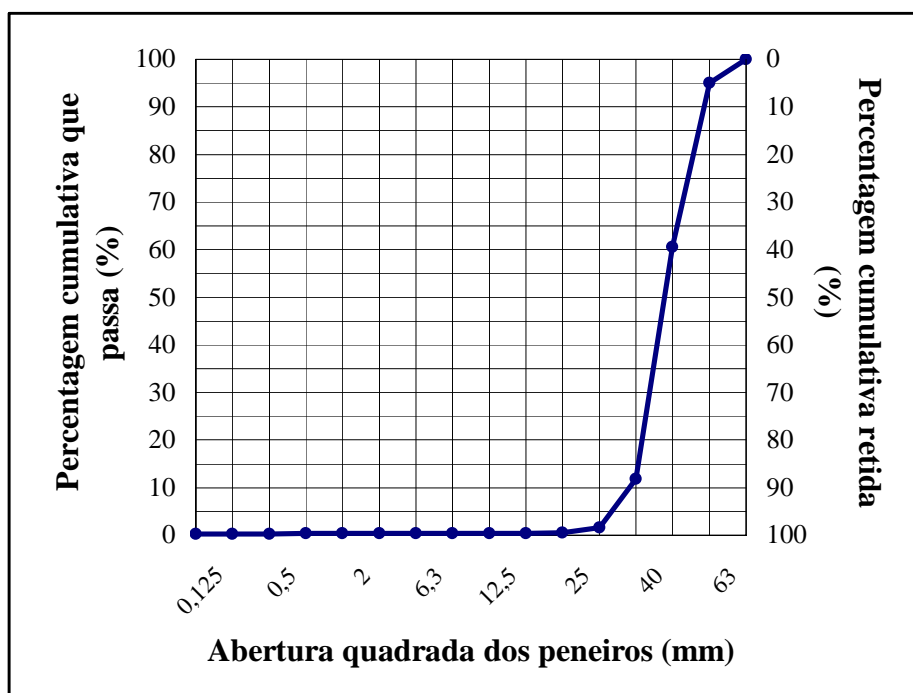


Gráfico 4 – Curva granulométrica da amostra de balastro B4.

Segundo a norma harmonizada EN 13450:2003 um balastro de dimensão 31,5 mm a 50 mm como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 19.

Tabela 19 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B4.

Dimensão dos Peneiros (mm)	Percentagem da massa que passa		
	Amostra B4	Categoria Granulométrica	
		A	
80	100	100	✓
63	100	100	✓
50	95	70 a 99	✓
40	61	30 a 65	✓
31,5	12	1 a 25	✓
22,4	1	0 a 3	✓
31,5 a 50	83	≥50	✓
31,5 a 63	-	-	-

Como se pode observar na tabela 19, a amostra B4 cumpre os requisitos granulométricos da categoria A.

Amostra B5

Da análise granulométrica da amostra de balastro B5 obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 5).

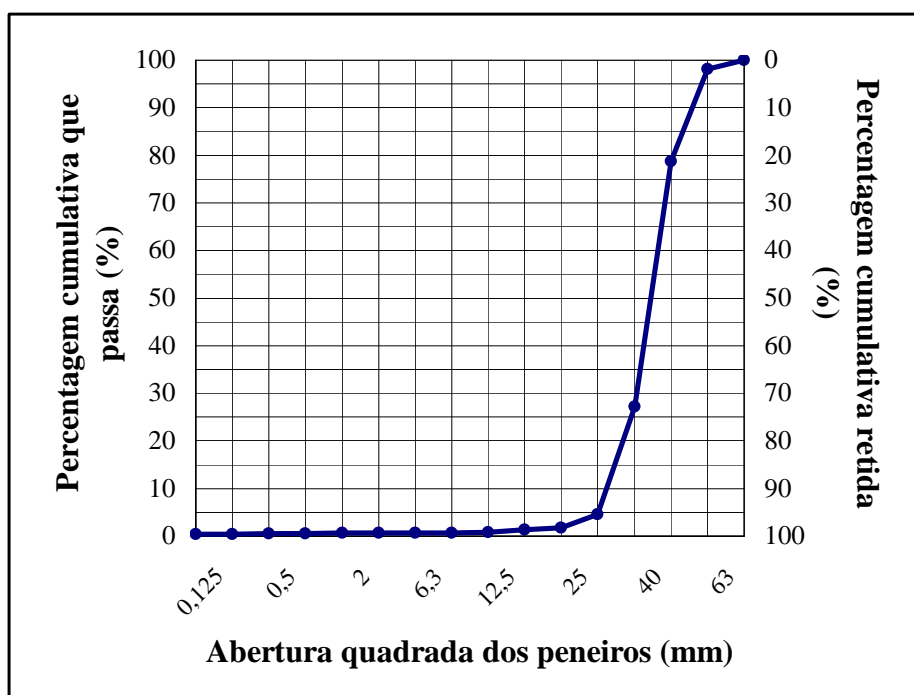


Gráfico 5 – Curva granulométrica da amostra de balastro B5.

Segundo a norma harmonizada EN 12450:2003 um balastro de dimensão 31,5 mm a 50 mm como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 20.

Tabela 20 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B5.

Dimensão dos Peneiros (mm)	Percentagem da massa que passa						
	Amostra B5	Categoria Granulométrica					
		A		B		C	
80	100	100	√	100	√	100	√
63	100	100	√	97 a 100	√	95 a 100	√
50	98	70 a 99	√	70 a 99	√	70 a 99	√
40	79	30 a 65	X	30 a 70	X	25 a 75	X
31,5	27	1 a 25	X	1 a 25	X	1 a 25	X
22,4	2	0 a 3	√	0 a 3	√	0 a 3	√
31,5 a 50	71	≥50	√	≥50	√	≥50	√
31,5 a 63	-	-		-		-	-

Da análise da tabela 20 observa-se que o balastro não pertence a nenhuma categoria granulométrica especificada pela respectiva norma, mas apresentando alguma proximidade com a categoria C, onde se verifica as menores diferenças.

Amostra B6

No gráfico 6 encontra-se representada a curva granulométrica da amostra de balastro B6.

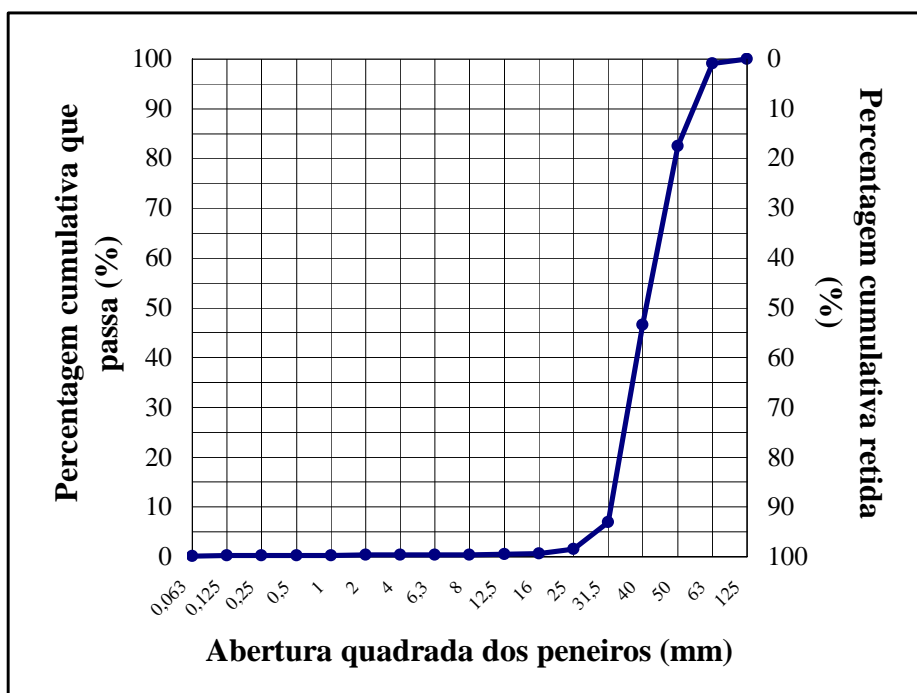


Gráfico 6 – Curva granulométrica da amostra de balastro B6.

Segundo a norma harmonizada EN 13450:2003 um balastro de dimensão 31,5 mm a 50 mm como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 21.

Tabela 21 – Requisitos gerais da granulometria. Amostra B6.

Dimensão dos Peneiros (mm)	Percentagem da massa que passa		
	Amostra B6	Categoria Granulométrica	
		A	
80	100	100	✓
63	99	100	✓
50	82	70 a 99	✓
40	47	30 a 65	✓
31,5	7	1 a 25	✓
22,4	1	0 a 3	✓
31,5 a 50	75	≥50	✓
31,5 a 63	-	-	-

Da análise granulométrica na tabela 21 pode observa-se que o balastro pertence à categoria A especificada pela respectiva norma.

3.1.3.2. Partículas finas – EN 933-1:2000

O teor em partículas finas, determinado de acordo com a EN 933-1:2000, deve ser declarado com a categoria correspondente especificada na respectiva norma. O teor em partículas finas é a percentagem em massa de uma amostra que passa no peneiro 0,5 mm. Na tabela 22 pode observar-se os resultados obtidos para as amostras analisadas.

Tabela 22 – Categoria das partículas finas.

Amostra	Partículas finas (percentagem em massa que passa no peneiro de 0,5mm)	Categoria para conteúdo em finos
B1	0	A
B2	0	A
B3	0	A
B4	0	A
B5	1	B
B6	0	A

Todas as amostras analisadas (Tabela 22) pertencem à categoria A, excepto a amostra B5 a qual pertence à categoria B, o que demonstra que o balastro apresenta pouco conteúdo de partículas finas.

3.1.3.3. Finos – EN 933-1:2000

Quando requerido, a avaliação do estado de limpeza, deve ser obtida a partir do teor em finos. O conteúdo em finos é determinado de acordo com a EN 933-1:2000 e corresponde à percentagem da amostra que passa no peneiro 0,063 mm, devendo ser declarado pela categoria correspondente definida na respectiva norma harmonizada.

Tabela 23 – Categoria do conteúdo dos finos.

Amostra	Teor em Finos (percentagem em massa que passa no peneiro de 0,063mm)	Categoria para conteúdo em finos
B1	0,2	A
B2	0,2	A
B3	0,2	A
B4	0,3	A
B5	0,4	A
B6	0,1	A

Pela observação da tabela 23 verifica-se que todas as amostras pertencem à categoria A, o que demonstra que o balastro apresenta pouco conteúdo de finos.

3.1.3.4. Forma das Partículas – NP EN 933-3:2000 e NP EN 933-4:2002

Quando requerido o índice de forma dos agregados é determinado em termos do índice de achatamento, como especificado pela EN 933-3:2000. O índice de achatamento deve ser o ensaio de referência para a determinação do índice de forma dos agregados e deve ser declarado de acordo com a categoria correspondente especificada pela respectiva norma harmonizada (EN 13450:2003), em função da aplicação ou utilização final.

O ensaio consiste em duas operações de peneiração. Primeiro, usando os peneiros de ensaio, a amostra é separada em várias fracções de partículas d_i/D_i . Cada fracção de partículas d_i/D_i é depois peneirada utilizando peneiros de barras que têm ranhuras paralelas com um diâmetro de $D_i/2$.

O índice global de achatamento é calculado, como a massa total das partículas que atravessam os peneiros de barra, expresso como a percentagem do total da massa seca de partículas ensaiadas.

Se necessário, o índice de achatamento de cada fracção de partícula d_i/D_i é calculado como a massa de partículas que atravessam o peneiro de barra correspondente, expresso como uma percentagem por massa daquela fracção.

Tabela 24 – Categoria do índice de achatamento.

Amostra	Índice de Achatamento	Categoria
B1	13	Fl_{15}
B2	15	Fl_{15}
B3	14	Fl_{15}
B4	11	Fl_{15}
B5	8	Fl_{15}
B6	13	Fl_{15}

Quando requerido, o índice de forma dos agregados é determinado de acordo com a norma EN 933-4:2002 e será declarado pela categoria

correspondente definida na respectiva norma harmonizada (EN 13450:2003). Neste ensaio as partículas individuais numa amostra de agregado grosso são classificadas com base na relação entre o comprimento L e a espessura E utilizando um paquímetro. O índice de forma é calculado como a massa das partículas com uma razão $L/E > 3$, expressa em percentagem da massa total seca das partículas ensaiadas.

Tabela 25 – Categoria do índice de forma.

Amostra	Índice de Forma			Categoria
	Fracção não reduzida	Fracção reduzida	Média Ponderada	
B1	23	16	19	Sl_{20}
B2	18	18	18	Sl_{20}
B3	20	16	18	Sl_{20}
B4	19	18	18	Sl_{20}
B5	15	16	16	Sl_{20}
B6	29	18	22	Sl_{30}

As amostras apresentam uniformidade em relação às categorias do índice de achatamento, Fl_{15} (Tabela 24), e do índice de forma, Sl_{20} (Tabela 25), excepto a amostra B6 que apresenta um índice de forma de Sl_{30} .

3.1.3.5. Comprimento das Partículas

Este ensaio apenas se aplica a agregados para balastro. Corresponde à percentagem, em massa, de partículas com comprimento igual ou superior a 100 mm numa amostra superior a 40 kg. O comprimento das partículas deve ser determinado com recurso a bitolas apropriadas ou paquímetros. Quando requerido, o comprimento das partículas deve ser declarado pela correspondente categoria.

Tabela 26 – Categoria do comprimento das partículas.

Amostra	Comprimento das partículas	Categoria
Percentagem em massa, de partículas com comprimento ≥ 100 mm		
B1	-----	
B2	0,2	A
B3	0,7	A
B4	0,8	A
B5	0,5	A
B6	4,3	A

Em relação ao comprimento das partículas, todas as amostras pertencem à melhor categoria, A (tabela 26).

3.1.3.6. Resistência à Fragmentação – NP EN 1097-2:1998

Quando requerido, a resistência à fragmentação do balastro (coeficiente de Los Angeles, LA_{RB} , utilizando as condições especificadas no anexo C), determinada de acordo com a EN 1097-2:1998, deve ser declarada pela correspondente categoria. O ensaio de Los Angeles deve ser o ensaio de referência para a determinação da resistência à fragmentação do balastro. No ensaio de Los Angeles uma amostra de agregado é posta a rodar com esferas de aço num tambor rotativo. Depois da centrifugação estar completa, é determinada a quantidade de material retido num peneiro com uma malha de 1,6mm. O coeficiente de Los Angeles será declarado pela categoria correspondente especificada na respectiva norma harmonizada (neste caso EN 13450:2003).

Tabela 27 – Categoria para o coeficiente de Los Angeles.

Amostra	Fracção Granulométrica onde foi obtido o provete	Coeficiente de Los Angeles LA_{RB}	Categoria (LA)
B1	31,5/50mm	15	$LA_{RB}16$
B2	31,5/50mm	18	$LA_{RB}20$
B3	31,5/50mm	17	$LA_{RB}20$
B4	31,5/50mm	17	$LA_{RB}20$
B5	31,5/50mm	14	$LA_{RB}14$
B6	31,5/50mm	12	$LA_{RB}12$

O coeficiente de Los Angeles apresentou uma significativa heterogeneidade entre as amostras, sendo a amostra B6 a que apresentou um coeficiente mais baixo, e a amostra B2 o mais alto (Tabela 27).

3.1.3.7. Resistência ao Desgaste (Coeficiente de micro-Deval (via húmida)) – NP EN 1097-1:2000

O ensaio determina o coeficiente do micro-Deval que é a percentagem da amostra original reduzida a um tamanho inferior a 1,6mm durante o decurso do ensaio, sendo o desgaste produzido pela fricção entre os agregados e a carga abrasiva no tambor rotativo sob condições definidas. A percentagem retida num peneiro com malha de 1,6 mm é utilizada para calcular o coeficiente de micro-Deval.

Quando requerida, a resistência ao desgaste por atrito do balastro (coeficiente micro-Deval, M_{DE} RB), é determinada de acordo com a EN 1097-1, deve ser declarada pela correspondente categoria especificada na norma harmonizada (neste caso EN 13450:2003).

Tabela 28 – Categoria do coeficiente de micro-Deval.

Amostra	Coeficiente de micro-Deval (via húmida) $M_{DE}RB$	Categoria (M_{DE})
B1	5	$M_{DE}RB$ 5
B2	6	$M_{DE}RB$ 7
B3	6	$M_{DE}RB$ 7
B4	6	$M_{DE}RB$ 7
B5	6	$M_{DE}RB$ 7
B6	4	$M_{DE}RB$ 5

Das amostras de balastro analisadas, as amostras B1 e B6 apresentam uma categoria do coeficiente de micro-Deval de 5, sendo que as restantes apresentam uma categoria superior, 7 (Tabela 28).

3.1.3.8. Conclusão

No que se refere aos requisitos geométricos podemos referir que:

I) relativamente à análise granulométrica as amostras B4 e B6 foram as que apresentaram uma melhor classe granulométrica e que a dimensão das amostras B1 e B5 declaradas pelo produtor não se inserem em nenhuma das categorias referidas pela norma EN 13450:2003;

II) quanto aos finos e às partículas finas, os resultados demonstraram grande homogeneidade, pertencendo todas as amostras à melhor categoria, a A, excepto a amostra B5 que relativamente às partículas finas se insere na categoria B;

III) relativamente à forma das partículas, mais uma vez, os resultados apresentaram uma elevada homogeneidade, tendo todas as amostras apresentado a melhor categoria do índice de achatamento, Fl_{15} , e a melhor categoria do índice de forma, Sl_{20} , excepto para a amostra B6 que apresenta uma categoria para o índice de forma superior, Sl_{30} .

IV) em termos de comprimento das partículas todas as amostras inserem-se na melhor categoria, A, sendo que na amostra B1 não foi realizado este ensaio.

Quanto aos requisitos físicos podemos referir que:

I) as amostras B6, B5 e B1, foram as que apresentaram melhores valores de resistência à fragmentação do balastro (coeficiente de Los Angeles, LA_{RB}), e

II) as amostras B1 e B6 apresentam a melhor categoria no que respeita a resistência ao desgaste por atrito do balastro (coeficiente micro-Deval, $M_{DE RB}$).

Tabela 29 – Resumo dos resultados obtidos das amostras analisadas para os vários ensaios.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Análise granulométrica	—	B	C	A		A
Partículas finas	A	A	A	A	B	A
Finos	A	A	A	A	A	A
Índice de Achatamento	Fl_{15}	Fl_{15}	Fl_{15}	Fl_{15}	Fl_{15}	Fl_{15}
Índice de Forma	Sl_{20}	Sl_{20}	Sl_{20}	Sl_{20}	Sl_{20}	Sl_{30}
Comprimento das partículas		A	A	A	A	A
Coeficiente de Los Angeles LA_{RB}	$LA_{RB}16$	$LA_{RB}20$	$LA_{RB}20$	$LA_{RB}20$	$LA_{RB}14$	$LA_{RB}12$
Coeficiente micro-Deval (M_{DE})	$M_{DE}RB\ 5$	$M_{DE}RB\ 7$	$M_{DE}RB\ 7$	$M_{DE}RB\ 7$	$M_{DE}RB\ 7$	$M_{DE}RB\ 5$

Desta forma podemos considerar que das várias amostras analisadas, e tendo em conta todos os ensaios realizados, a amostra B6 seja aquela que, na globalidade, apresenta um melhor conjunto de resultados. Tendo em conta apenas os requisitos geométricos a amostra B4 foi a que apresentou melhores resultados, e considerando apenas os requisitos físicos as amostras B6 e B1 foram as que apresentaram os melhores resultados.

3.1.4. Britas – NP EN 12 620:2003

A caracterização da brita foi realizada em 4 grupos de amostras, A, B, C e D onde cada grupo era constituído por 5 amostras, designadamente por brita 4/8 mm, brita 8/12 mm, brita 12/25 mm, um agregado fino 0/4 mm (AF) e um agregado de granulometria extensa (AGE).

3.1.4.1. Análise Granulométrica – EN 933-1:2000

A dimensão do agregado deve ser designada utilizando um par de aberturas de peneiros d/D , em milímetros, sendo d a designação do limite inferior e D a designação do limite superior e entre os quais se situa a maior parte da sua distribuição granulométrica, excepto para os fileres. As dimensões do agregado devem ter uma razão D/d não inferior a 1,4. As dimensões do agregado devem ser especificadas utilizando um par de aberturas dos peneiros a partir da série base, da série base mais a série 1, ou da série base mais a série 2. Não sendo permitida a combinação de aberturas de peneiros da série 1 e da série 2. Para a análise granulométrica, dos 4 grupos de amostras de agregados, foi utilizada a série base mais a série 2.

A granulometria do agregado é determinada de acordo com a EN 933-1. No âmbito do sistema de controlo de produção dos agregados pelo menos 90% das granulometrias dos diferentes lotes, correspondentes a um período máximo de 6 meses, devem estar de acordo com os limites especificados pela norma harmonizada, relativamente às granulometrias tipo declaradas pelo produtor.

Amostra A

A – Brita 4/8mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 4 mm e superior (D) de 8 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 7).

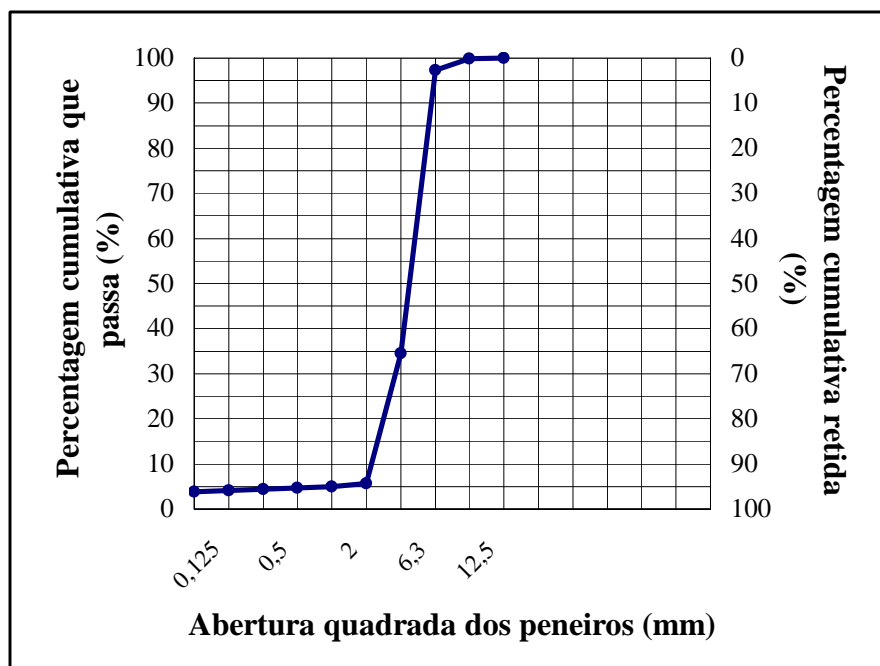


Gráfico 7 – Curva granulométrica da brita 4/8mm. Amostra A.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{mm}$, como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 30.

Tabela 30 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{ mm}$. Amostra A.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	$G_c 85/20$	$G_c 80/20$
#2D	$2 \times 8 = 16\text{mm}$	16mm	100%	100%	✓ 100%
#1,4D	$1,4 \times 8 = 11,2\text{mm}$	12,5mm	100%	98 a 100%	✓ 98 a 100%
#D	8mm	8mm	100%	85 a 99%	X 80 a 99%
#d	4mm	4mm	35%	0 a 20%	X 0 a 20%
#d/2	$4/2 = 2\text{mm}$	2mm	6%	0 a 5%	X 0 a 5%

Como se pode observar na tabela 30 a categoria declarada pelo produtor não está de acordo com a norma harmonizada, (mas há que salientar que apenas foi realizada uma análise de uma amostra, podendo esta não ser representativa). De modo a que estes resultados da análise granulométrica estejam de acordo com os requisitos presentes na norma harmonizada, a dimensão do agregado deve ser 2/6,3mm (Tabela 31), pertencendo à categoria G_C 85/20.

Tabela 31 – Requisitos gerais da granulometria D/d≤2 ou D≤11,2 mm. Amostra A.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G_C 85/20	G_C 80/20		
#2D	2 x 6,3 = 12,6mm	12,5mm	100%	100%	√	100%	√
#1,4D	1,4 x 6,3 = 8,8mm	8mm	100%	98 a 100%	√	98 a 100%	√
#D	6,3mm	6,3mm	97%	85 a 99%	√	80 a 99%	√
#d	2mm	2mm	6%	0 a 20%	√	0 a 20%	√
#d/2	2/2 = 1mm	1mm	5%	0 a 5%	√	0 a 5%	√

A – Brita 8/12mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 8 mm e superior (D) de 12 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 8).

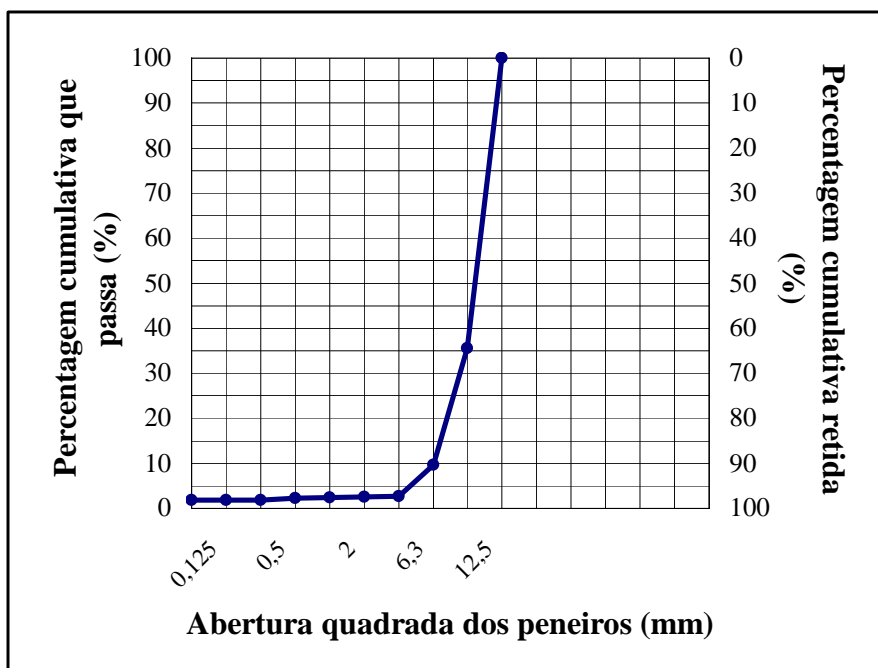


Gráfico 8 – Curva granulométrica da brita 8/12mm. Amostra A.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{mm}$, como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 32.

Tabela 32 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{ mm}$. Amostra A.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	$G_c 85/20$		$G_c 80/20$	
#2D	$2 \times 12 = 24\text{mm}$	20mm	100%	100%	✓	100%	✓
#1,4D	$1,4 \times 12 = 16,8\text{mm}$	16mm	100%	98 a 100%	✓	98 a 100%	✓
#D	12mm	12,5mm	100%	85 a 99%	X	80 a 99%	X
#d	8mm	8mm	36%	0 a 20%	X	0 a 20%	X
#d/2	$8/2 = 4\text{mm}$	4mm	3%	0 a 5%	✓	0 a 5%	✓

Como se pode observar a categoria declarada pelo produtor não está de acordo com a norma harmonizada, mas é de salientar que apenas foi realizada uma análise de uma amostra, podendo esta não ser representativa. Esta amostra apresenta uma elevada variação entre a percentagem de material que passa no peneiro 12,5mm e a que passa o peneiro 8mm, não sendo possível, por esse motivo, encontrar nenhuma dimensão normalizada que esteja de acordo com os requisitos da presente norma. Por esse motivo vai-se adoptar a designação do produtor.

A – Brita 12/25mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 12 mm e superior (D) de 25 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 9).

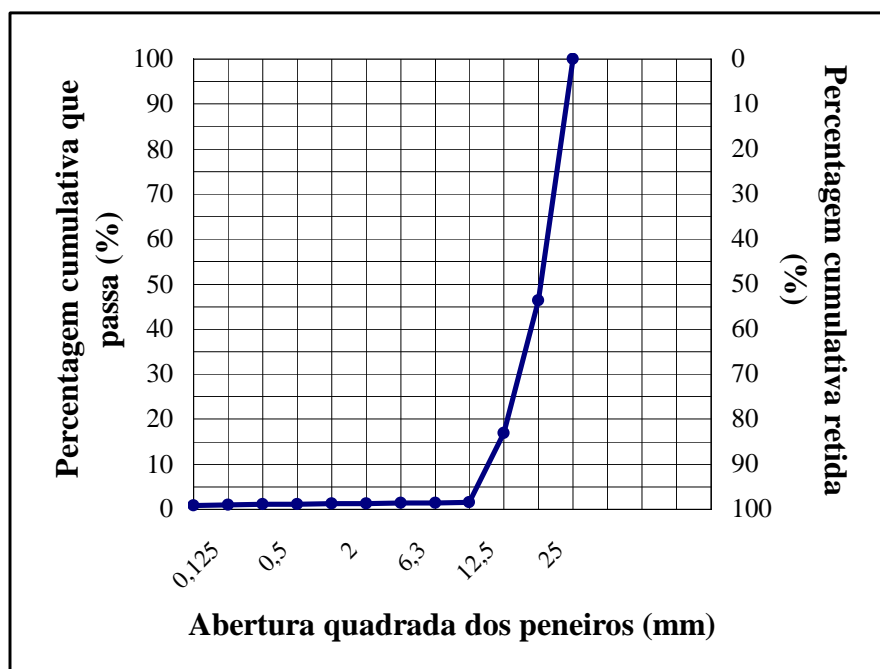


Gráfico 9 – Curva granulométrica da brita 12/25mm. Amostra A.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d > 2$ e $D > 11,2\text{mm}$, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 33.

Tabela 33 – Requisitos gerais da granulometria D/d>2 e D>11,2 mm. Amostra A.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G _c 90/15	
#2D	2 x 25 = 50mm	40mm	100%	100%	✓
#1,4D	1,4 x 25 = 35mm	31,5mm	100%	98 a 100%	✓
#D	25mm	25mm	100%	90 a 99%	X
#d	12mm	12,5mm	17%	0 a 15%	X
#d/2	12/2 = 6mm	6,3mm	1%	0 a 5%	✓

Como se pode observar na tabela 33, a categoria declarada pelo produtor não está de acordo com a norma harmonizada, mas é de salientar que apenas foi realizada uma análise de uma amostra, podendo esta não ser representativa. Esta amostra apresenta uma elevada variação entre a percentagem de material que passa o peneiro 25mm e a que passa o peneiro 16mm, não sendo possível, por esse motivo, encontrar nenhuma dimensão normalizada que esteja de acordo com os requisitos da presente norma. Por esse motivo vai-se adoptar a designação do produtor.

A – Agregado fino 0/4mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão superior (D) de 4 mm e inferior (d) de 0 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 10).

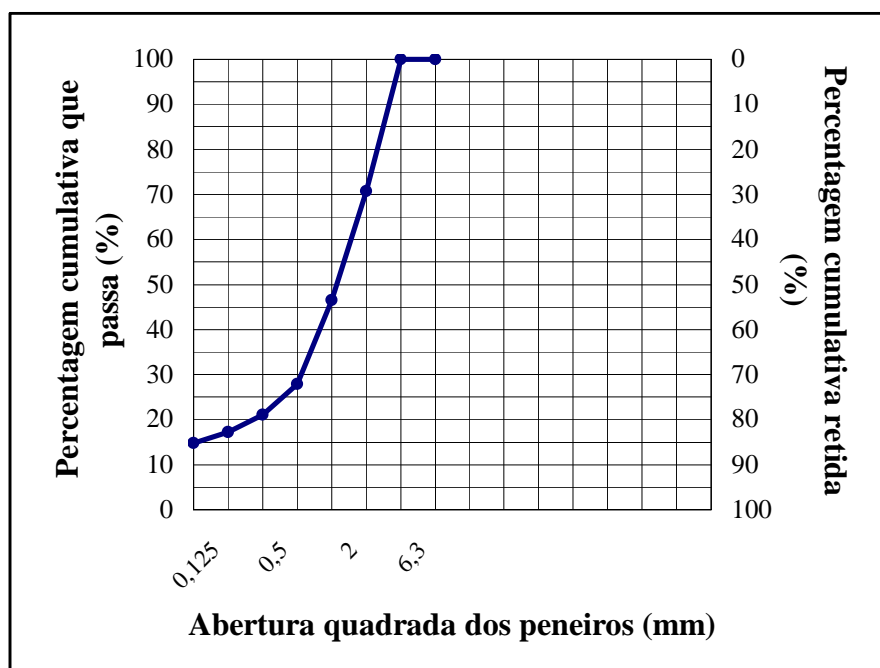


Gráfico 10 – Curva granulométrica do agregado fino. Amostra A.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado fino com $D \leq 4$ e $d=0$, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 34.

Tabela 34 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 4$ e $d=0$ mm. Amostra A.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G_F 85	
#2D	2 x 4 = 8mm	8mm	100%	100%	✓
#1,4D	1,4 x 4 = 5,6mm	6,3mm	100%	95 a 100%	✓
#D	4mm	4mm	100%	85 a 99%	✓
#d	-	-	-	-	
#d/2	-	-	-	-	
Módulo de finura			2.91		

Como se pode observar na tabela 34 a brita 0/4 mm pertence à categoria G_F 85. A percentagem de passados D pode ser superior a 99 % em massa, mas neste caso, o produtor deve documentar e declarar granulometria típica, incluindo os peneiros D , d , $d/2$ e os peneiros intermédios entre d e D da série de peneiros utilizado, podendo ser excluído qualquer peneiro em que a razão entre a sua abertura e a do peneiro inferior seguinte seja menor que 1,4.

A – Agregado de granulometria extensa

De acordo com o produtor, este agregado de granulometria extensa apresenta uma dimensão superior (D) de 40 mm e inferior (d) de 0 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 11).

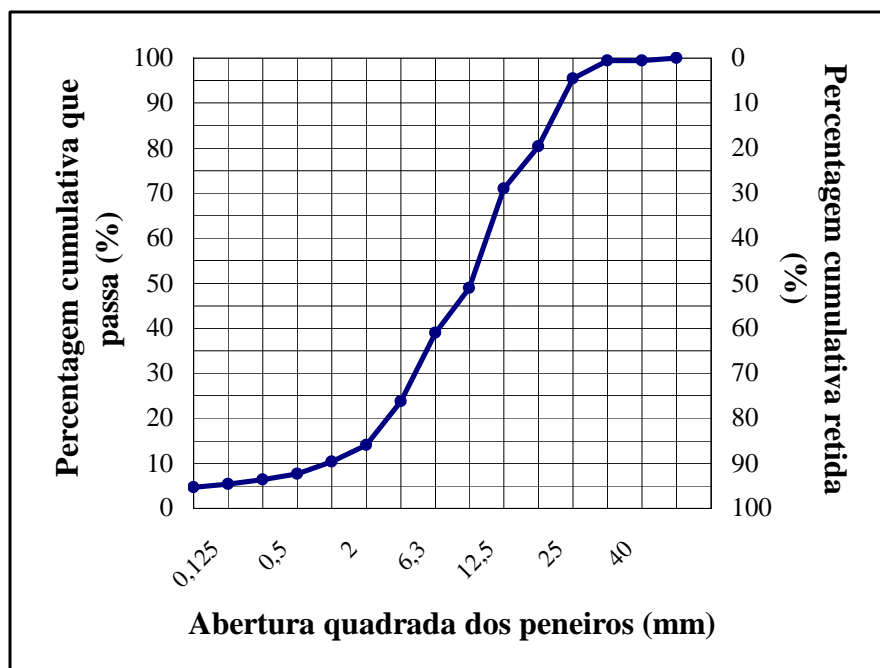


Gráfico 11 – Curva granulométrica do AGE. Amostra A.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 e para um agregado de granulometria extensa com $D \leq 45$ mm e $d=0$, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 35.

Tabela 35 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 45$ e $d=0$ mm. Amostra A.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	$G_A 90$	$G_A 85$	
#2D	$2 \times 40 = 80$ mm	63 mm	100%	100%	✓	100% ✓
#1,4D	$1,4 \times 40 = 56$ mm	50 mm	100%	98 a 100%	✓	98 a 100% ✓
#D	40 mm	40 mm	99%	85 a 99%	✓	80 a 99% ✓
#d	-	-	-	-	-	-
#d/2	-	-	-	-	-	-

Como se pode observar na tabela 35 o agregado de granulometria extensa pertence à categoria $G_A 90$.

Amostra B

B – Brita 4/8mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 4 mm e superior (D) de 8 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 12).

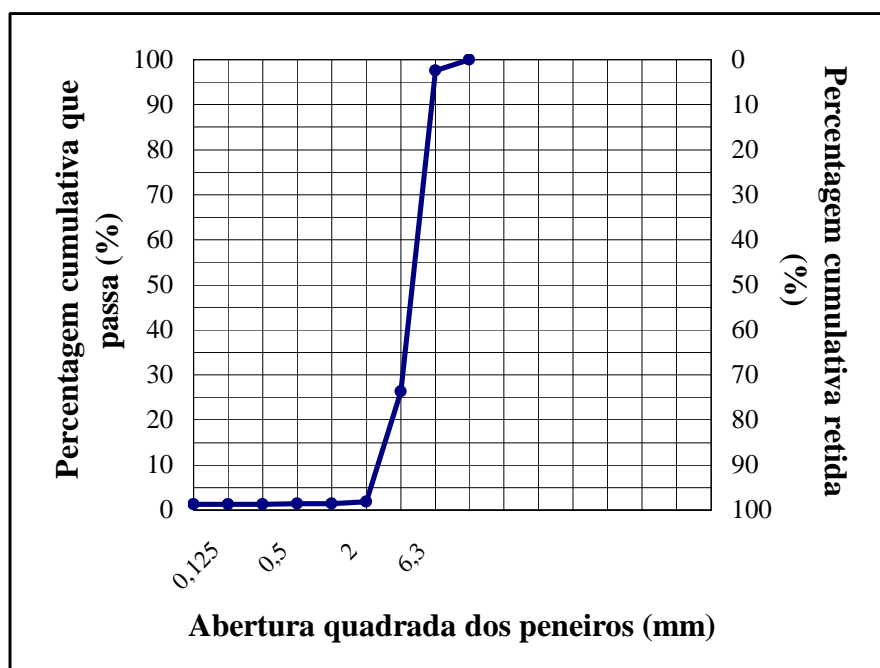


Gráfico 12 – Curva granulométrica da brita 4/8mm. Amostra B.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{mm}$, como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 36.

Tabela 36 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{ mm}$. Amostra B.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	$G_c 85/20$		$G_c 80/20$	
#2D	$2 \times 8 = 16\text{mm}$	16mm	100%	100%	✓	100%	✓
#1,4D	$1,4 \times 8 = 11,2\text{mm}$	12,5mm	100%	98 a 100%	✓	98 a 100%	✓
#D	8mm	8mm	100%	85 a 99%	X	80 a 99%	X
#d	4mm	4mm	26%	0 a 20%	X	0 a 20%	X
#d/2	$4/2 = 2\text{mm}$	2mm	2%	0 a 5%	✓	0 a 5%	✓

Como se pode observar na tabela 36, a categoria declarada pelo produtor não está de acordo com a norma harmonizada, mas é de salientar que apenas foi realizada uma análise de uma amostra, podendo esta não ser representativa. De modo a que estes resultados da análise granulométrica estejam de acordo com os requisitos presentes no Anexo A da presente norma, a dimensão do agregado deve ser 2/6,3mm (Tabela 37), pertencendo à categoria G_C 85/20.

Tabela 37 – Requisitos gerais da granulometria D/d≤2 ou D≤11,2 mm. Amostra B.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G_C 85/20	G_C 80/20		
#2D	2 x 6,3 = 12,6mm	12,5mm	100%	100%	√	100%	√
#1,4D	1,4 x 6,3 = 8,8mm	8mm	100%	98 a 100%	√	98 a 100%	√
#D	6,3mm	6,3mm	98%	85 a 99%	√	80 a 99%	√
#d	2mm	2mm	2%	0 a 20%	√	0 a 20%	√
#d/2	2/2 = 1mm	1mm	1%	0 a 5%	√	0 a 5%	√

B – Brita 8/12mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 8 mm e superior (D) de 12 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 13).

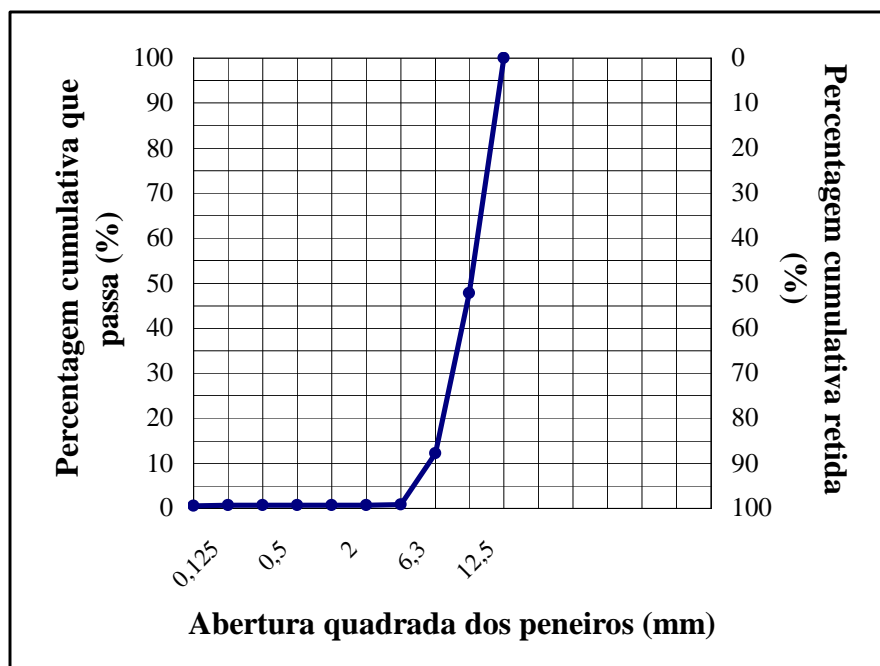


Gráfico 13 – Curva granulométrica da brita 8/12mm. Amostra B.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm, como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 38.

Tabela 38 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2$ mm. Amostra B.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G _c 85/20		G _c 80/20	
#2D	2 x 12 = 24mm	20mm	100%	100%	✓	100%	✓
#1,4D	1,4 x 12 = 16,8mm	16mm	100%	98 a 100%	✓	98 a 100%	✓
#D	12mm	12,5mm	100%	85 a 99%	X	80 a 99%	X
#d	8mm	8mm	48%	0 a 20%	X	0 a 20%	X
#d/2	8/2 = 4mm	4mm	1%	0 a 5%	✓	0 a 5%	✓

Como se pode observar na tabela 38 a categoria declarada pelo produtor não está de acordo com a norma harmonizada, mas é de salientar que apenas foi realizada uma análise de uma amostra, podendo esta não ser representativa. Esta amostra apresenta uma elevada variação entre a percentagem de material que passa o peneiro 12,5mm e a que passa o peneiro 8mm, não sendo possível, por esse motivo, encontrar nenhuma dimensão normalizada que esteja de acordo com os requisitos e o Anexo A da presente norma. Por esse motivo vai-se adoptar a designação do produtor.

B – Brita 12/25mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 12 mm e superior (D) de 25 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 14).

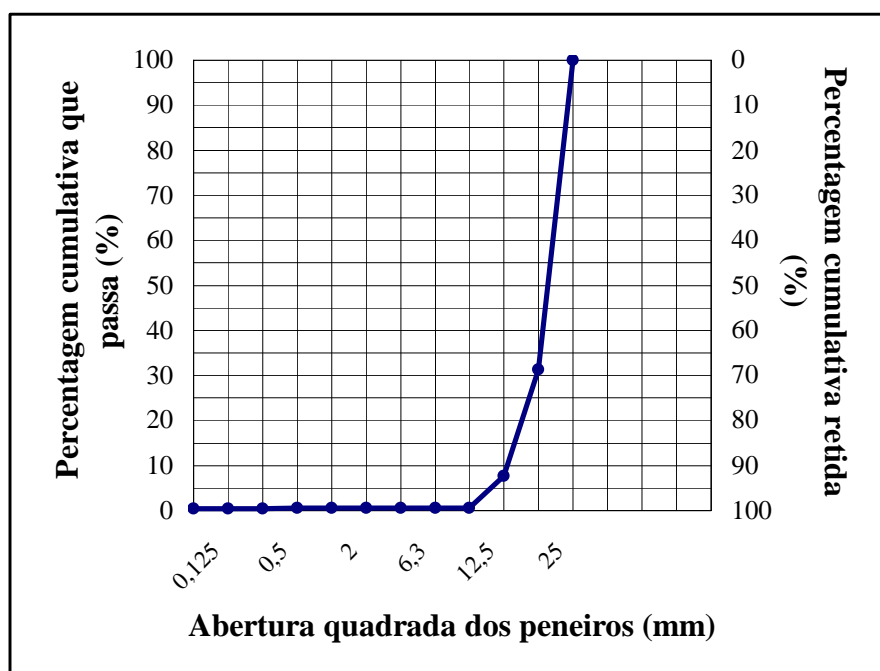


Gráfico 14 – Curva granulométrica da brita 12/25mm. Amostra B.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d > 2$ e $D > 11,2\text{mm}$, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 39.

Tabela 39 – Requisitos gerais da granulometria $D/d > 2$ e $D > 11,2$ mm. Amostra B.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	$G_c 90/15$	
#2D	$2 \times 25 = 50\text{mm}$	40mm	100%	100%	✓
#1,4D	$1,4 \times 25 = 35\text{mm}$	31,5mm	100%	98 a 100%	✓
#D	25mm	25mm	100%	90 a 99%	✓
#d	12mm	12,5mm	8%	0 a 15%	✓
#d/2	$12/2 = 6\text{mm}$	6,3mm	1%	0 a 5%	✓

Como se pode observar na tabela 39 a brita 12/25mm pertence à categoria $G_c 90/15$. Como já foi referido a percentagem de passados D pode ser superior a 99 % em massa, mas neste caso, o produtor deve documentar e declarar a granulometria típica, incluindo os peneiros D , d , $d/2$ e os peneiros intermédios entre d e D da série de peneiros utilizado, podendo ser excluído qualquer peneiro em que a razão entre a sua abertura e a do peneiro inferior seguinte seja menor que 1,4.

B – Agregado fino 0/4mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão superior (D) de 4 mm e inferior (d) de 0 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 15).

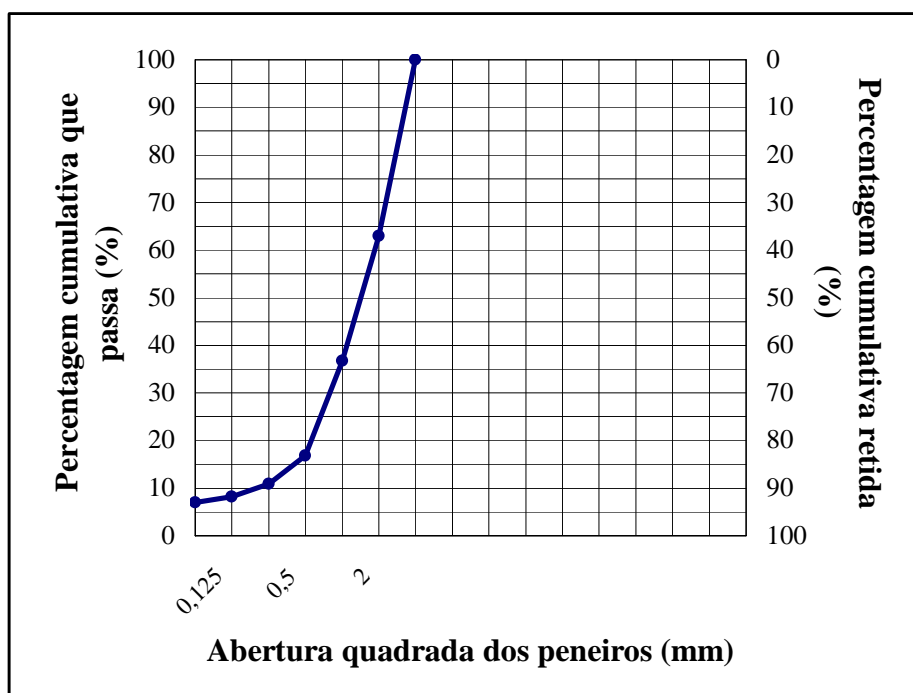


Gráfico 15 – Curva granulométrica do agregado fino 0/4mm. Amostra B.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado fino com $D \leq 4$ e $d=0$, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 40.

Tabela 40 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 4$ e $d=0$ mm. Amostra B.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	$G_F 85$	
#2D	$2 \times 4 = 8\text{mm}$	8mm	100%	100%	✓
#1,4D	$1,4 \times 4 = 5,6\text{mm}$	6,3mm	100%	95 a 100%	✓
#D	4mm	4mm	100%	85 a 99%	✓
#d	-	-	-	-	
#d/2	-	-	-	-	
Módulo de finura			3,6		

Como se pode observar na tabela 40 a brita 0/4 mm pertence à categoria $G_F 85$.

B – Agregado de granulometria extensa

De acordo com o produtor, este agregado de granulometria extensa apresenta uma dimensão superior (D) de 40 mm e inferior (d) de 0 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 16).

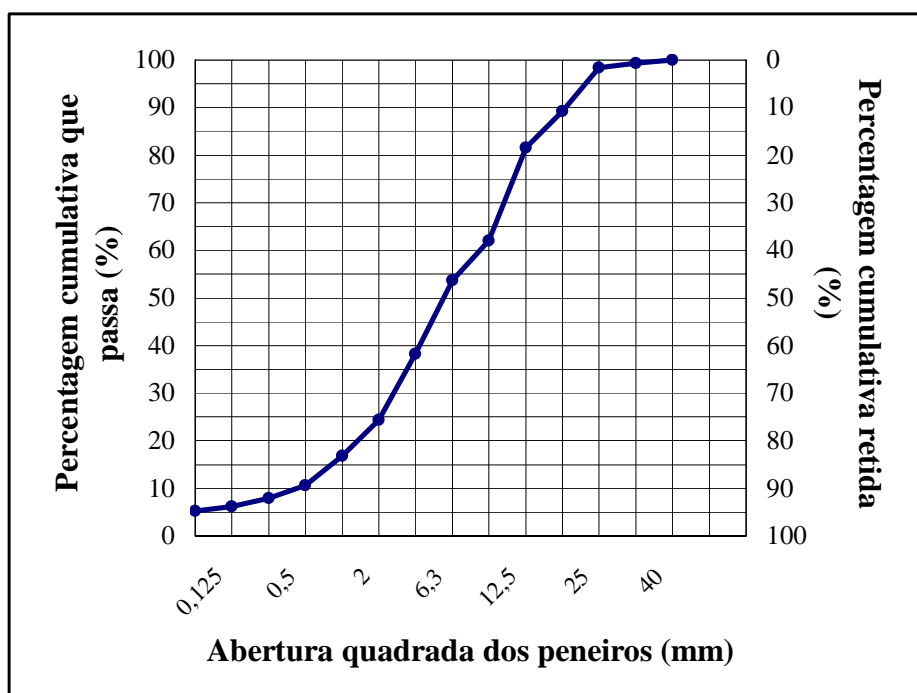


Gráfico 16 – Curva granulométrica do agregado de granulometria extensa. Amostra B.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 e para um agregado de granulometria extensa com $D \leq 45$ mm e $d=0$, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 41.

Tabela 41 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 45$ e $d=0$ mm. Amostra B.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G_A 90	
#2D	2 x 40 = 80mm	63mm	100%	100%	✓
#1,4D	1,4 x 40 = 56 mm	50mm	100%	98 a 100%	✓
#D	40mm	40mm	100%	85 a 99%	✓
#d	-	-	-	-	
#d/2	-	-	-	-	

Como se pode observar na tabela 41 o agregado de granulometria extensa pertence à categoria G_A 90.

Amostra C

C – Brita 4/8mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 4 mm e superior (D) de 8 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 17).

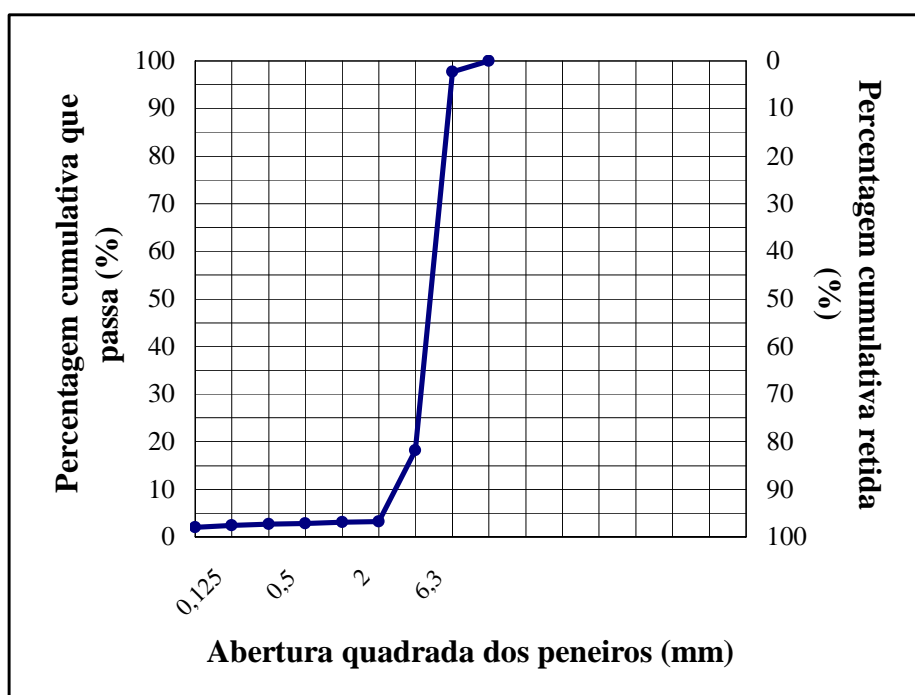


Gráfico 17 – Curva granulométrica da brita 4/8mm. Amostra C.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{mm}$, como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 42.

Tabela 42 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{ mm}$. Amostra C.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	$G_C 85/20$	
#2D	$2 \times 8 = 16\text{mm}$	16mm	100%	100%	✓
#1,4D	$1,4 \times 8 = 11,2\text{mm}$	12,5mm	100%	98 a 100%	✓
#D	8mm	8mm	100%	85 a 99%	✓
#d	4mm	4mm	18%	0 a 20%	✓
#d/2	$4/2 = 2\text{mm}$	2mm	3%	0 a 5%	✓

Como se pode observar na tabela 42, o agregado pertence à categoria $G_C 85/20$.

C – Brita 8/12mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 8 mm e superior (D) de 12 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 18).

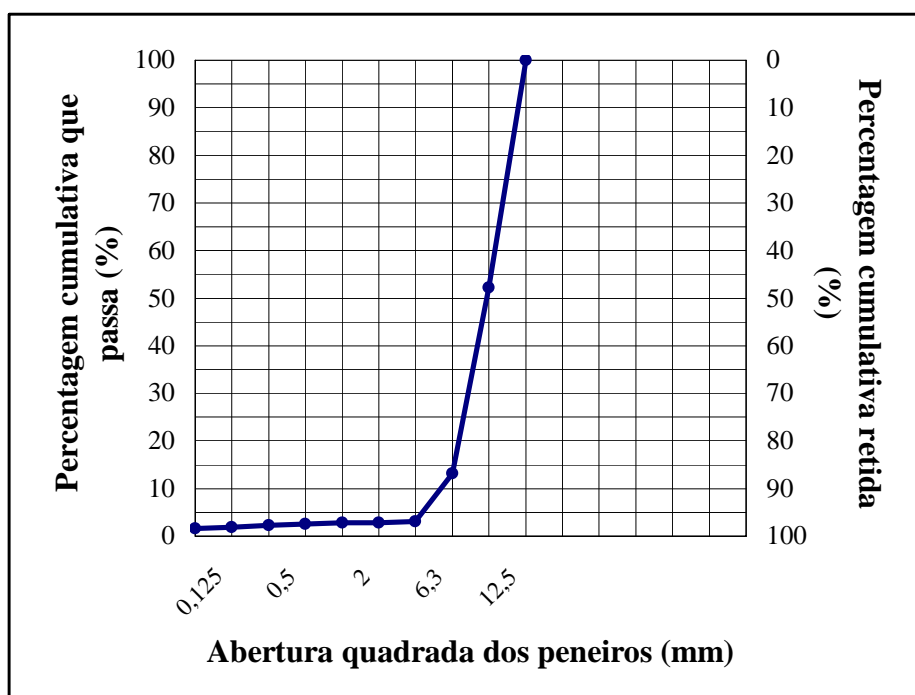


Gráfico 18 – Curva granulométrica da brita 8/12mm. Amostra C.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{mm}$, como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 43.

Tabela 43 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{ mm}$. Amostra C.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G_c 85/20	G_c 80/20		
#2D	2 x 12 = 24mm	20mm	100%	100%	√	100%	√
#1,4D	1,4 x 12 = 16.8mm	16mm	100%	98 a 100%	√	98 a 100%	√
#D	12mm	12,5mm	100%	85 a 99%	X	80 a 99%	X
#d	8mm	8mm	52%	0 a 20%	X	0 a 20%	X
#d/2	8/2 = 4mm	4mm	3%	0 a 5%	√	0 a 5%	√

Como se pode observar na tabela 43 a categoria declarada pelo produtor não está de acordo com a norma harmonizada, mas é de salientar que apenas foi realizada uma análise, podendo esta não ser representativa. Esta amostra apresenta uma elevada variação entre a percentagem de material que passa o peneiro 12,5mm e a que passa o peneiro 8mm, não sendo possível, por esse motivo, encontrar nenhuma dimensão normalizada que esteja de acordo com os requisitos e o Anexo A da norma. Por esse motivo adoptar-se a designação do produtor.

C – Brita 12/25mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 12 mm e superior (D) de 25 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 19).

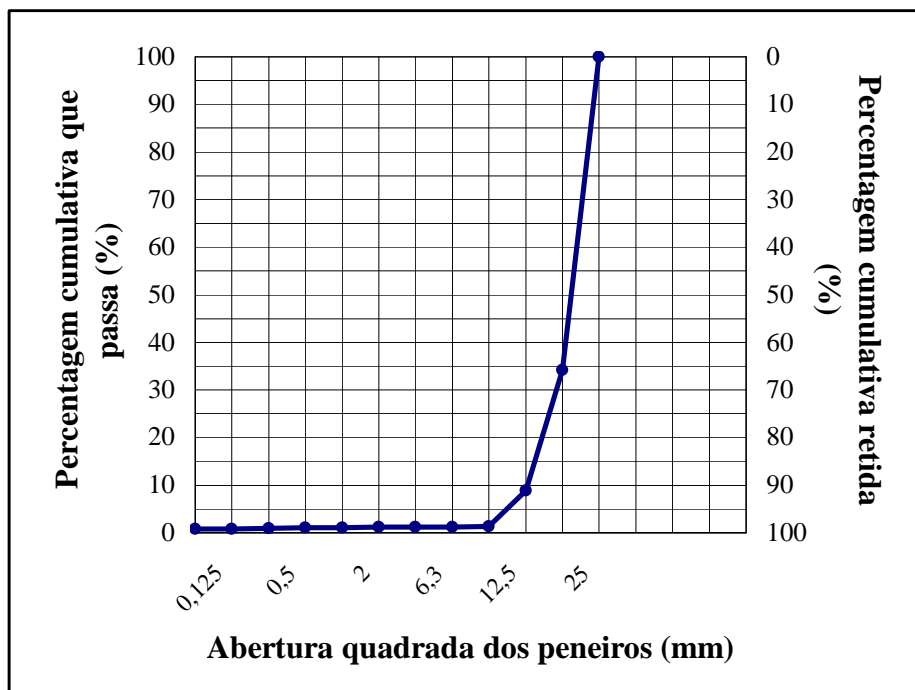


Gráfico 19 – Curva granulométrica da brita 12/25mm. Amostra C.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d > 2$ e $D > 11,2$ mm, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 44.

Tabela 44 – Requisitos gerais da granulometria $D/d > 2$ e $D > 11,2$ mm. Amostra C.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G _c 90/15	
#2D	2 x 25 = 50mm	40mm	100%	100%	✓
#1,4D	1,4 x 25 = 35mm	31,5mm	100%	98 a 100%	✓
#D	25mm	25mm	100%	90 a 99%	✓
#d	12mm	12,5mm	9%	0 a 15%	✓
#d/2	12/2 = 6mm	6,3mm	1%	0 a 5%	✓

Como se pode observar na tabela 44 a brita 12/25mm pertence à categoria G_c 90/15.

C – Agregado fino 0/4mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão superior (D) de 4 mm e inferior (d) de 0 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 20).

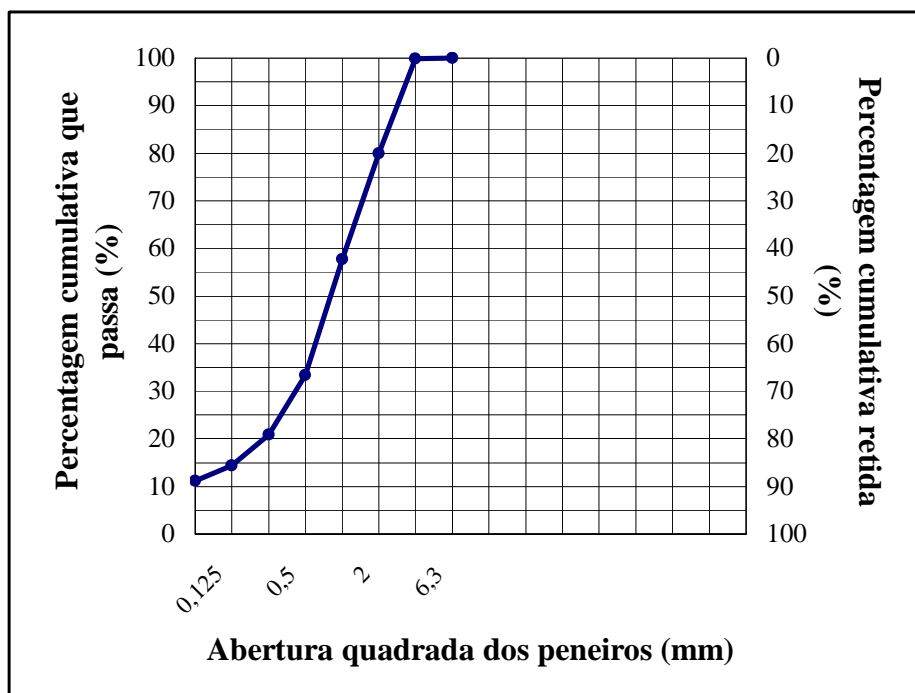


Gráfico 20 – Curva granulométrica do agregado fino 0/4mm. Amostra C.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado fino com $D \leq 4$ e $d=0$, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 45.

Tabela 45 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 4$ e $d=0$ mm. Amostra C.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	$G_F 85$	
#2D	$2 \times 4 = 8\text{mm}$	8mm	100%	100%	✓
#1,4D	$1,4 \times 4 = 5,6\text{mm}$	6,3mm	100%	95 a 100%	✓
#D	4mm	4mm	100%	85 a 99%	✓
#d	-	-	-	-	
#d/2	-	-	-	-	
Módulo de finura			2,9		

Como se pode observar na tabela 45 o agregado fino 0/4 mm pertence à categoria $G_F 85$.

C – Agregado de granulometria extensa

De acordo com o produtor, este agregado de granulometria extensa apresenta uma dimensão superior (D) de 40 mm e inferior (d) de 0 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 21).

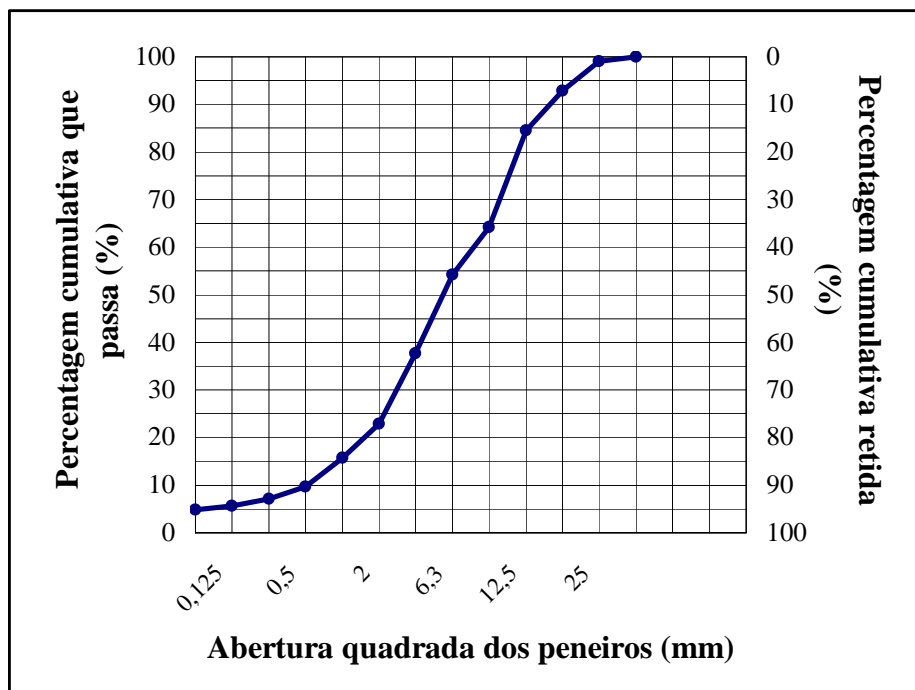


Gráfico 21 – Curva granulométrica do agregado de granulometria extensa. Amostra C.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 e para um agregado de granulometria extensa com $D \leq 45$ mm e $d=0$, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 46.

Tabela 46 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 45$ e $d=0$ mm. Amostra C.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	$G_A 90$	
#2D	$2 \times 40 = 80\text{mm}$	63mm	100%	100%	√
#1,4D	$1,4 \times 40 = 56\text{ mm}$	50mm	100%	98 a 100%	√
#D	40mm	40mm	100%	85 a 99%	√
#d	-	-	-	-	
#d/2	-	-	-	-	

Como se pode observar na tabela 46 o agregado de granulometria extensa pertence à categoria $G_A 90$.

Amostra D

D – Brita 4/8mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 4 mm e superior (D) de 8 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 22).

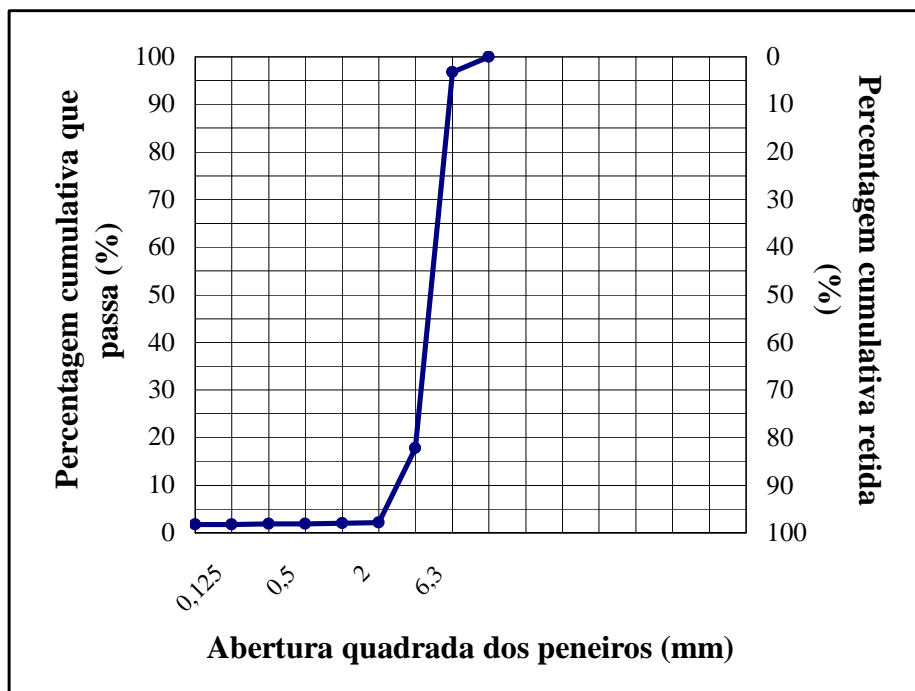


Gráfico 22 – Curva granulométrica da brita 4/8mm. Amostra D.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{mm}$, como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 47.

Tabela 47 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{ mm}$. Amostra D.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G_c 85/20	
#2D	$2 \times 8 = 16\text{mm}$	16mm	100%	100%	√
#1,4D	$1,4 \times 8 = 11,2\text{mm}$	12,5mm	100%	98 a 100%	√
#D	8mm	8mm	100%	85 a 99%	√
#d	4mm	4mm	18%	0 a 20%	√
#d/2	$4/2 = 2\text{mm}$	2mm	2%	0 a 5%	√

Como se pode observar na tabela 47, o agregado pertence à categoria $G_C 85/20$.

D – Brita 8/12mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 8 mm e superior (D) de 12 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 23).

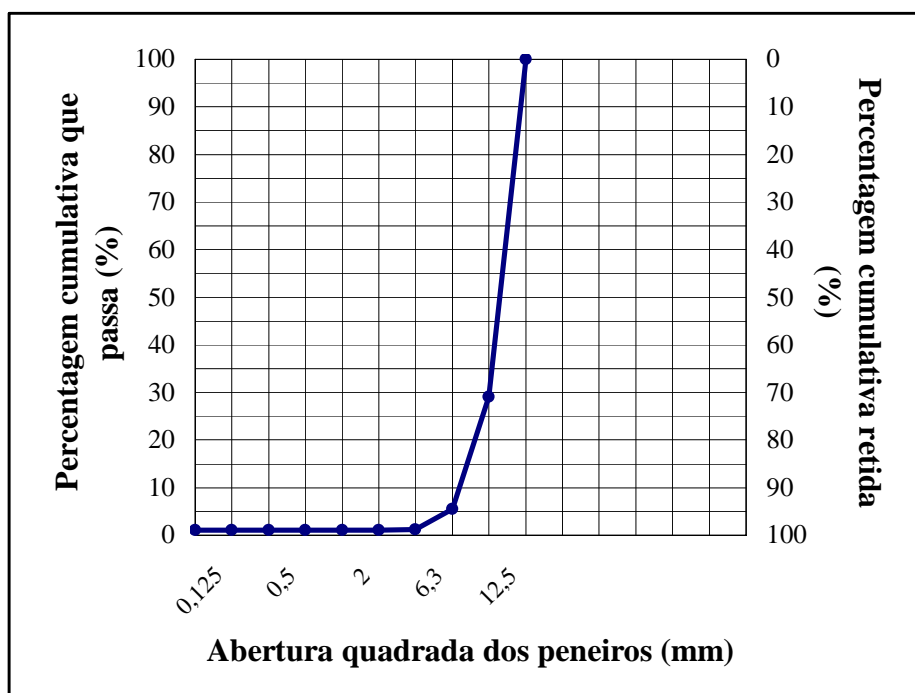


Gráfico 23 – Curva granulométrica da brita 8/12mm. Amostra D.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{mm}$, como é o caso, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 48.

Tabela 48 – Requisitos gerais da granulometria $D/d \leq 2$ ou $D \leq 11,2\text{ mm}$. Amostra D.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	$G_C 85/20$		$G_C 80/20$	
#2D	2 x 12 = 24mm	20mm	100%	100%	✓	100%	✓
#1,4D	1,4 x 12 = 16.8mm	16mm	100%	98 a 100%	✓	98 a 100%	✓
#D	12mm	12,5mm	100%	85 a 99%	X	80 a 99%	X
#d	8mm	8mm	29%	0 a 20%	X	0 a 20%	X
#d/2	8/2 = 4mm	4mm	1%	0 a 5%	✓	0 a 5%	✓

Como se pode observar na tabela 48 a categoria declarada pelo produtor não está de acordo com a norma harmonizada, mas é de salientar que apenas foi realizada uma análise de uma amostra, podendo esta não ser representativa. Esta amostra apresenta uma elevada variação entre a percentagem de material que passa o peneiro 12,5mm e a que passa o peneiro 8mm, não sendo possível, por esse motivo, encontrar nenhuma dimensão normalizada que esteja de acordo com os requisitos e o Anexo A da presente norma. Por esse motivo adoptar-se a designação do produtor.

D – Brita 12/25mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão inferior (d) de 12 mm e superior (D) de 25 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 24).

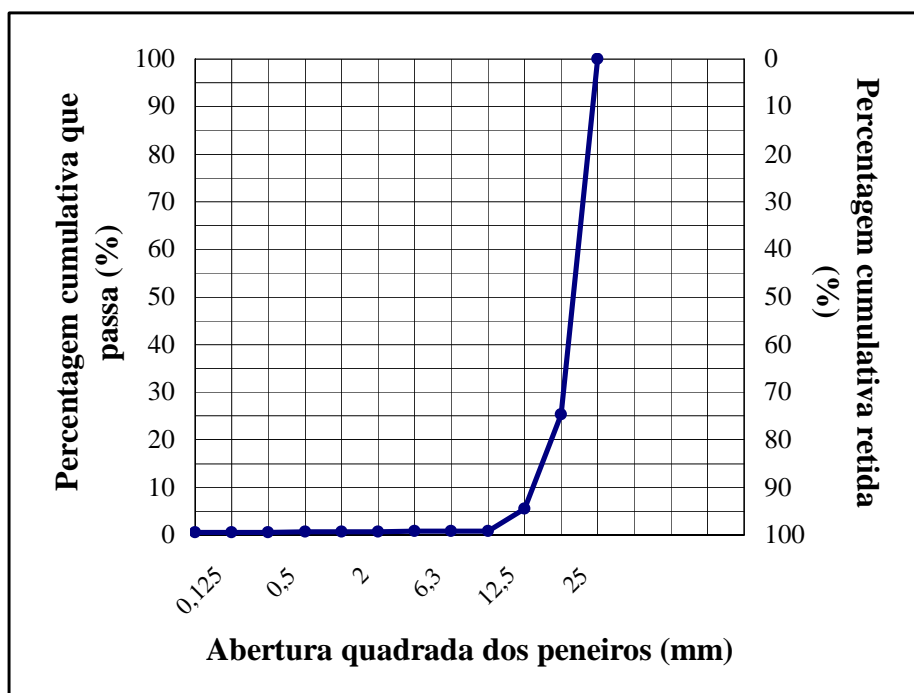


Gráfico 24 – Curva granulométrica da brita 12/25mm. Amostra D.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado grosso com $D/d > 2$ e $D > 11,2\text{mm}$, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 49.

Tabela 49 – Requisitos gerais da granulometria $D/d > 2$ e $D > 11,2$ mm. Amostra D.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G_c 90/15	
#2D	$2 \times 25 = 50\text{mm}$	40mm^1	100%	100%	✓
#1,4D	$1,4 \times 25 = 35\text{mm}$	$31,5\text{mm}$	100%	98 a 100%	✓
#D	25mm	25mm	100%	90 a 99%	✓
#d	12mm	$12,5\text{mm}$	6%	0 a 15%	✓
#d/2	$12/2 = 6\text{mm}$	$6,3\text{mm}$	1%	0 a 5%	✓

Como se pode observar na tabela 49 a brita 12/25mm pertence à categoria G_c 90/15.

D – Agregado fino 0/4mm

De acordo com o produtor, este agregado apresenta uma dimensão superior (D) de 4 mm e inferior (d) de 0 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 25).

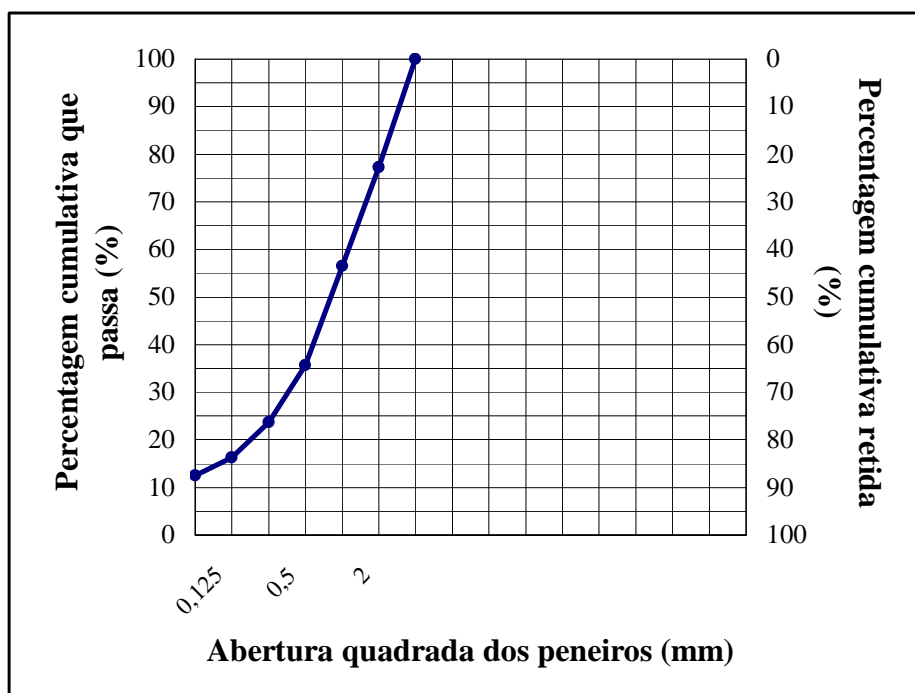


Gráfico 25 – Curva granulométrica do agregado fino 0/4mm. Amostra D.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 um agregado fino com $D \leq 4$ e $d = 0$, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 50.

Tabela 50 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 4$ ou $d=0$ mm. Amostra D.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G_F 85	
#2D	2 x 4 = 8mm	8mm	100%	100%	✓
#1,4D	1,4 x 4 = 5,6mm	6,3mm	100%	95 a 100%	✓
#D	4mm	4mm	100%	85 a 99%	✓
#d	-	-	-	-	
#d/2	-	-	-	-	
Módulo de finura			2,7		

Como se pode observar na tabela 50 o agregado fino 0/4 mm pertence à categoria G_F 85.

D – Agregado de granulometria extensa

De acordo com o produtor, este agregado de granulometria extensa apresenta uma dimensão superior (D) de 40 mm e inferior (d) de 0 mm. Da análise granulométrica obteve-se uma curva granulométrica (gráfico 26).

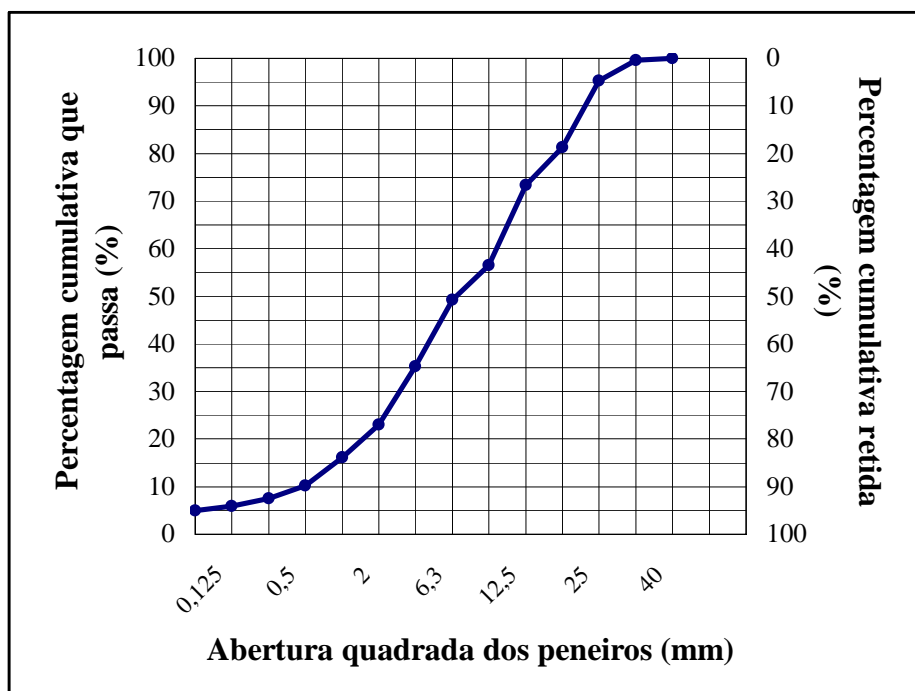


Gráfico 26 – Curva granulométrica do agregado de granulometria extensa. Amostra D.

Segundo a norma harmonizada NP EN 12620:2000 e para um agregado de granulometria extensa com $D \leq 45$ mm e $d=0$, deve respeitar os requisitos especificados na tabela 51.

Tabela 51 – Requisitos gerais da granulometria $D \leq 45$ ou $d=0$ mm. Amostra D.

	Cálculo do peneiro a utilizar	#Peneiro com abertura mais próxima	Média de passados no ensaio realizado	G_A 90	
#2D	2 x 40 = 80mm	63mm	100%	100%	√
#1,4D	1,4 x 40 = 56 mm	50mm	100%	98 a 100%	√
#D	40mm	40mm	100%	85 a 99%	√
#d	-	-	-	-	
#d/2	-	-	-	-	

Como se pode observar na tabela 51 o agregado de granulometria extensa pertence à categoria G_A 90.

3.1.4.2. Teor de Humidade – NP EN 1097-5:2002

Quando requerido, o teor de humidade será determinado de acordo com a EN 1097-5:2002 e os resultados declarados sob pedido do produtor. O teor de humidade é obtido pela diferença de massa entre as massas húmida e seca, e é expresso em percentagem da massa do provete seco.

A secagem em estufa dá uma medida da quantidade total de água livre presente num provete de agregado. Esta água pode encontrar-se quer à superfície, quer no interior dos grãos, nos poros acessíveis à água.

Depois de pesado, coloca-se um provete numa estufa ventilada à temperatura de (110 ± 5) °C. São efectuadas pesagens sucessivas para determinar a massa constante do provete seco. Durante todas as fases de preparação e manuseamento antes do ensaio, a amostra laboratorial e o provete devem ser protegidos contra qualquer variação da quantidade de água.

Tabela 52 – Categoria do teor de humidade.

	Amostra	Teor de Humidade (%)
A	AF 0/4mm	2,1
	Brita 4/8mm	1,7
	Brita 8/12mm	0,5
	Brita 12/25mm	0,2
	AGE	2,7
B	AF 0/4mm	1,2
	Brita 4/8mm	0,9
	Brita 8/12mm	0,7
	Brita 12/25mm	0,9
	AGE	1,5
C	AF 0/4mm	1,7
	Brita 4/8mm	1,6
	Brita 8/12mm	1,9
	Brita 12/25mm	1,5
	AGE	1,7
D	AF 0/4mm	2,0
	Brita 4/8mm	1,5
	Brita 8/12mm	1,5
	Brita 12/25mm	1,4
	AGE	2,1

Da análise da tabela 52 podemos verificar que o teor de humidade é, de uma forma geral, mais elevado no agregado fino e no agregado de granulometria extensa que nas britas (como era de esperar devido à menor quantidade de finos presentes nas amostras de britas que nas amostras de agregados finos e de granulometria extensa) (tabela 55). Pode-se também observar que as britas do grupo A e B apresentam um teor de humidade menor que as britas dos grupos C e D. A exceção vai para a brita 4/8mm do grupo A.

3.1.4.3. Forma das Partículas – NP EN 933-3:2000 e NP EN 933-4:2002

Quando requerido o índice de forma dos agregados é determinado em termos do índice de achatamento, como especificado pela EN 933-3:2000, ou em termos do índice de forma, determinado de acordo com a EN 933-4:2002. O índice de achatamento deve ser o ensaio de referência para a determinação do índice de forma dos agregados. O índice de achatamento deve ser

declarado de acordo com a categoria correspondente especificada pela respectiva norma harmonizada, em função da aplicação ou utilização final. Das amostras analisadas foram determinados o índice de achatamento (Tabela 53) e o índice de forma (Tabela 54) para o grupo de amostras C.

Tabela 53 – Categoria do índice de achatamento.

Amostra C	Índice de Achatamento	Categoria (FI)
4/8mm	15	FI ₁₅
8/12mm	13	FI ₁₅
12/25mm	10	FI ₁₅
AGE	17	FI ₂₀

Como é possível constatar na tabela 53, todas as amostras apresentam um índice de achatamento bastante baixo pertencendo mesmo à melhor categoriado respectivo índice, excepto o agregado de granulometria extensa que apesar de apresentar um índice de achatamento baixo pertence à categoria FI₂₀.

Quando requerido, o índice de forma é determinado de acordo com a EN 933-4, e declarado pela categoria correspondente especificada pela respectiva norma harmonizada, em função da aplicação ou utilização final.

Tabela 54 – Categoria do índice de forma.

Amostra C	Índice de forma SI	Categoria (SI)
Brita 4/8mm	22	SI ₄₀
Brita 8/12mm	16	SI ₁₅
Brita 12/25mm	18	SI ₁₅
AF 0/4mm	----	SI _{NR}
AGE	15	SI ₁₅

Da análise da tabela 54 podemos verificar que as amostras apresentam um índice de forma baixo, encontrando-se na melhor categoria excepto o agregado de granulometria extensa que apresenta um índice de forma elevado pertencendo à categoria SI₄₀.

3.1.4.4. Teor em Finos – EN 933-1:2000

O teor em finos é determinado de acordo com a EN 933-1:2000, e declarado pela categoria correspondente especificada pela respectiva norma harmonizada.

Tabela 55 – Categoria do teor em finos.

	Amostra	Teor em Finos	Categoria
A	AF 0/4mm	14,5	f16
	Brita 4/8mm	3,8	f4
	Brita 8/12mm	1,9	f4
	Brita 12/25mm	0,9	f1,5
	AGE	4,7	f11
B	AF 0/4mm	6,9	f10
	Brita 4/8mm	1,2	f1,5
	Brita 8/12mm	0,6	f1,5
	Brita 12/25mm	0,4	f1,5
	AGE	5,2	f11
C	AF 0/4mm	11,1	f16
	Brita 4/8mm	2,0	f4
	Brita 8/12mm	1,6	f4
	Brita 12/25mm	0,8	f1,5
	AGE	4,8	f11
D	AF 0/4mm	12,4	f16
	Brita 4/8mm	1,7	f4
	Brita 8/12mm	1,0	f1,5
	Brita 12/25mm	0,5	f1,5
	AGE	5,0	f11

Da análise da tabela 55 podemos observar que não há variação da categoria de finos, entre os vários grupos de amostras, para os agregados de granulometria extensa (f11). Entre os resultados obtidos para as britas é de salientar que as britas do grupo B pertencem todas à categoria de finos mais baixa (f1,5). Relativamente aos agregados finos, todos apresentam uma categoria de f16 excepto o agregado fino de grupo B, que pertence à categoria f10.

3.1.4.5. Massa volúmica e Absorção de água – EN 1097-6:2000

Quando requerida, a massa volúmica e a absorção de água será determinada de acordo com a EN 1097-6:2000 e os resultados declarados sob pedido do produtor.

A densidade das partículas é calculada a partir da razão entre a massa e o volume. A massa é determinada pela pesagem da fracção saturada de água,

superfície seca e seca em estufa. O volume é determinado a partir da massa de água “deslocada”.

Para a determinação da massa volúmica foi utilizado o método do picnómetro, no caso das britas 4/8mm para partículas de agregado de dimensão entre 4 mm e 31,5 mm, e no caso do agregado fino 0/4mm para partículas de agregado de dimensão entre 0,063 mm e 4 mm.

Tabela 56 – Resultados relativos ao ensaio da massa volúmica e da absorção de água.

		Massa volúmica do material impermeável das partículas ρ_a (Mg/m ³)	Massa volúmica das partículas secas em estufa ρ_{rd} (Mg/m ³)	Massa volúmica das partículas saturadas com superfície seca ρ_{ssd} (Mg/m ³)	Absorção de água após imersão (24 horas) WA ₂₄ (%)
A	Brita 4/8mm	2,71	2,62	2,65	1,3
B	Brita 4/8mm	2,71	2,63	2,66	1,2
C	AF 0/4mm	2,68	2,12	2,33	9,8
	Brita 4/8mm	2,69	2,59	2,63	1,4

Como é possível constatar na tabela 56, a amostras de britas apresentam todas valores semelhantes de massa volúmica e absorção de água. Relativamente ao agregado fino é de salientar a elevada absorção de água quando comparado com a brita 4/8mm.

3.1.4.6. Equivalente de Areia – NP EN 933-8:2002

Quando requerido, a determinação do equivalente de areia será efectuada de acordo com a NP EN 933-8:2002 e os resultados declarados sob o pedido do produtor. A determinação do equivalente de areia realiza-se na fracção 0/2mm dos agregados finos e agregados de granulometria extensa (tabela 57).

Este ensaio baseia-se na colocação, numa proveta cilíndrica graduada, de um provete de areia e uma pequena quantidade de solução floculante e agitados de modo a libertar as camadas de argila das partículas de areia do provete. Posteriormente, ‘irrigar’ a areia com mais solução floculante, forçando as partículas mais pequenas a entrar em suspensão acima da areia. Passados 20 minutos, o valor equivalente de areia (SE) é calculado pela altura do

sedimento expressa como percentagem da altura total do material floculado na proveta cilíndrica.

Tabela 57 – Resultados relativos ao ensaio de equivalente de areia.

		Equivalente de areia
		SE (%)
AF 0/4mm	A	33
	B	56
	C	40
	D	38
AGE	A	22
	B	33
	C	27
	D	32

Da análise da tabela 57 observa-se que o grupo B apresenta a maior percentagem de equivalente de areia para o agregado fino e para o agregado de granulometria extensa e o grupo A é o que apresenta as menores percentagens de equivalente de areia.

3.1.4.7. Azul de Metileno – NP EN 933-9:2000

Quando requerido, a determinação do azul de metileno será efectuada de acordo com a NP EN 933-9:2000 e os resultados declarados sob o pedido do produtor.

A determinação do equivalente de areia realiza-se na fracção 0/2mm dos agregados finos e agregados de granulometria extensa. Incrementos de uma solução de azul de metileno são sucessivamente adicionados para uma suspensão da toma analítica para ensaio na água. A absorção de uma solução de tintura pela toma analítica para ensaio é verificada após cada adição da solução, efectuando um ensaio de mancha em papel de filtro, de modo a detectar a presença de tintura livre.

No momento em que é confirmada a presença de tintura livre, o valor de azul de metileno (**MB**) é calculado e expresso em gramas de tintura absorvida por quilograma da fracção do tamanho ensaiado.

Na tabela 58 pode observar-se os resultados obtidos para o ensaio de azul de metileno para as várias analisadas.

Tabela 58 – Resultados relativos ao ensaio de azul de metileno.

		Azul de Metileno (em gramas de corante por Kg da fracção 0/2mm)
AF 0/4mm	Amostra A	8,1
	Amostra B	3,5
	Amostra C	4,4
	Amostra D	4,5
AGE	Amostra A	10,0
	Amostra B	5,9
	Amostra C	6,4
	Amostra D	7,3

Da análise da tabela 58 observa-se que o grupo A apresenta o maior valor de azul de metileno para o agregado fino e para o agregado de granulometria extensa e o grupo B é o que apresenta os menores valores de azul de metileno para ambos os agregados.

3.1.4.8. Baridade – EN 1097-3:2000

Quando requerida, a baridade será determinada de acordo com a EN 1097-3 e os resultados declarados sob pedido do produtor.

Este ensaio baseia-se na determinação da massa seca dos agregados pela pesagem e pelo cálculo da respectiva massa volúmica de um recipiente específico cheio. A percentagem de vazios é calculada através da massa volúmica e da densidade de partículas.

Os resultados obtidos para a baridade das várias amostras analisadas estão expressos na tabela 59.

Tabela 59 – Resultados relativos ao ensaio da baridade.

		Baridade da amostra $\rho_b(10^6\text{g/m}^3)$	Percentagem de vazios v
Amostra A	Brita 4/8mm	1.39	49
	Brita 8/12mm	1.35	50
	Brita 12/25mm	1.21	55
	AF 0/4mm	1.49	45
	AGE	1.41	48
Amostra B	Brita 4/8mm	1.39	49
	Brita 8/12mm	1.37	50
	Brita 12/25mm	1.12	59
	AF 0/4mm	1.54	43
	AGE	1.25	54
Amostra C	Brita 4/8mm	1.35	50
	Brita 8/12mm	1.33	50
	Brita 12/25mm	1.34	50
	AF 0/4mm	1.52	43
	AGE	1.53	43
Amostra D	Brita 4/8mm	1.33	51
	Brita 8/12mm	1.32	51
	Brita 12/25mm	1.28	52
	AF 0/4mm	1.48	45
	AGE	1.59	41

Como se pode observar na tabela 59 os valores da baridade não variam muito entre as várias amostras, apresentando todos valores muito próximos.

3.1.4.9. Conclusão

Relativamente aos requisitos geométricos analisados (tabela 60) é de referir que:

I) relativamente à análise granulométrica as amostras de AF 0/4mm, AGE e brita 12/25mm, cumpriram sempre os requisitos granulométricos, excepto para a brita 12/25mm pertencente ao grupo de amostras A. De referir ainda que as amostras de AGE pertencem à melhor classe granulométrica respectiva. Quanto às amostras de Brita 4/8mm estas demonstraram estar de acordo com os requisitos granulométricos para os grupos de amostras C e D. Já nos grupos de amostras A e B, para que a brita declarada pelo produtor como brita 4/8mm, cumpra os requisitos granulométricos presentes na norma NP EN 12620:2000 a dimensão do agregado deve ser 2/6,3mm. As britas 8/12mm nunca cumpriram os requisitos granulométricos;

II) quanto à forma das partículas as amostras analisadas, grupo C, apresentam o melhor índice de achatamento, FI_{15} , e de índice de forma, SI_{15} , excepto a amostra de AGE que apresenta um índice de achatamento de FI_{20} e a amostra de brita 4/8mm que apresenta um índice de forma de SI_{40} ;

III) relativamente ao teor de finos observa-se que os valores apresentam homogeneidade entre os vários grupos de amostras para as amostras de AGE e de brita 12/25mm. Para as amostras de AF e de brita 4/8mm os valores também se apresentam constantes, excepto para as amostras pertencentes ao grupo B que apresentam valores inferiores, em ambos os casos. Na brita 8/12mm observa-se uma variação nos valores de teor de finos;

IV) relativamente aos valores obtidos para os ensaios de equivalente de areia e azul de metileno, os resultados demonstram uma elevada variação entre as amostras.

Tabela 60 – Resumo dos resultados obtidos, para os requisitos geométricos analisados, das amostras de brita.

	Amostra	Análise Granulométrica	Índice de achat.	Índice de Forma	Teor de Finos	Equiv. de areia %	Azul de metil g/kg
A	AF 0/4mm	G _F 85 (Mod. Fin. – 2,9)			f16	33	8,1
	Brita 4/8mm	2/6,3 mm G _C 85/20			f4		
	Brita 8/12mm	-			f4		
	Brita 12/25mm	-			f1,5		
	AGE	G _A 90			f11	22	10,0
B	AF 0/4mm	G _F 85 (Mod. Fin. – 3,6)			f10	56	3,5
	Brita 4/8mm	2/6,3 mm G _C 85/20			f1,5		
	Brita 8/12mm	-			f1,5		
	Brita 12/25mm	G _C 90/15			f1,5		
	AGE	G _A 90			f11	33	5,9
C	AF 0/4mm	G _F 85 (Mod. Fin. – 2,9)		SI _{NR}	f16	40	4,4
	Brita 4/8mm	G _C 85/20	FI ₁₅	SI ₄₀	f4		
	Brita 8/12mm	-	FI ₁₅	SI ₁₅	f4		
	Brita 12/25mm	G _C 90/15	FI ₁₅	SI ₁₅	f1,5		
	AGE	G _A 90	FI ₂₀	SI ₁₅	f11	27	6,4
D	AF 0/4mm	G _F 85 (Mod. Fin. – 2,7)			f16	38	4,5
	Brita 4/8mm	G _C 85/20			f4		
	Brita 8/12mm	-			f1,5		
	Brita 12/25mm	G _C 90/15			f1,5		
	AGE	G _A 90			f11	32	7,3

Relativamente aos requisitos físicos analisados (tabela 61) é de referir que:

I) relativamente ao teor de humidade o grupo de amostras B é o que apresentou os menores valores, sendo que os restantes grupos apresentam valores semelhantes para as várias amostras;

II) quanto ao ensaio de absorção de água, as britas 4/8 mm analisadas não apresentam grandes variações entre si. Relativamente ao AF da amostra C o resultado da absorção de água é bastante superior às amostras de britas 4/8mm uma vez que as contém uma elevada quantidade de partículas finas;

III) quanto à baridade os grupos de amostras ensaiadas não demonstraram uma variação significativa dos valores entre si. De referir apenas que para o

grupo de amostras B, a brita 8/12mm e o AGE apresentaram valores um pouco inferiores quando comparados com as mesmos agregados dos outros grupos; IV) relativamente à massa volúmica, as amostras ensaiadas não demonstraram uma variação significativa entre si, tendo valores aproximados de 2,71 Mg/m³.

Tabela 61 – Resumo dos resultados obtidos, para os requisitos físicos analisados, das amostras de brita.

Amostra		Teor de humidade %	Absorção de água %	Baridade $\rho_b(10^6\text{g/m}^3)$	Massa volúmica Mg/m ³
A	AF 0/4mm	2,1		1.39	
	Brita 4/8mm	1,7	1,3	1.35	2,71
	Brita 8/12mm	0,5		1.21	
	Brita 12/25mm	0,2		1.49	
	AGE	2,7		1.41	
B	AF 0/4mm	1,2		1.39	
	Brita 4/8mm	0,9	1,2	1.37	2,71
	Brita 8/12mm	0,7		1.12	
	Brita 12/25mm	0,9		1.54	
	AGE	1,5		1.25	
C	AF 0/4mm	1,7	9,8	1.35	2,68
	Brita 4/8mm	1,6	1,4	1.33	2,69
	Brita 8/12mm	1,9		1.34	
	Brita 12/25mm	1,5		1.52	
	AGE	1,7		1.53	
D	AF 0/4mm	2,0		1.33	
	Brita 4/8mm	1,5		1.32	
	Brita 8/12mm	1,5		1.28	
	Brita 12/25mm	1,4		1.48	
	AGE	2,1		1.59	

3.2. Marcação em Pedra natural

3.2.1. Introdução

Com o objectivo de explicitar a metodologia subjacente à marcação CE da pedra natural, foram realizados diversos ensaios em duas rochas carbonatadas, ambas calcários, que possuem características muito diferentes. Um dos calcários é proveniente da zona de Fátima. Apresenta uma cor creme clara, passando a ser designado como calcário branco (CB). O outro calcário é proveniente da zona de Porto de Mós e resulta de um processo de metamorfismo de contacto proveniente da intrusão de um corpo de natureza basáltica em rocha igualmente carbonatada. Devido a este fenómeno térmico, a rocha calcária adquiriu uma cor azul escura a negro, com fenómenos de recristalizações passando a ser designada por calcário negro (CN). As duas rochas são muito interessantes, sendo ambas comercializadas nos mercados nacional e internacional, constituindo dois produtos de pedra natural com elevado potencial económico, se bem que o calcário negro possui reservas limitadas. Estas amostras, nas quais se procedeu a realização dos diversos ensaios, foram cedidas pela empresa Eduardo Marques e Rosa, a qual comercializa estes dois tipos de pedra natural e pretendia proceder à caracterização das mesmas. Esta caracterização teve em conta duas normas harmonizadas, a NP EN 1341:2004 – Lajes de pedra natural para pavimentos exteriores, e a EN 1342:2001 – Calçada de pedra natural para pavimentos exteriores, estando estas de acordo com a finalidade para as quais a empresa comercializa estes dois tipos de pedra natural.

Estas rochas foram sujeitas a ensaios de: 1) Absorção de água (EN 13755:2001); 2) Absorção por capilaridade (NP EN 1925:2000); 3) Densidade aparente e porosidade aberta (EN 1936:1999); 4) Resistência à compressão (NP EN 1926:2000); 5) Determinação da resistência à flexão sob carga centrada (NP EN 12372:2001); 6) Determinação da energia de rotura (EN 14158:2004) e 7) Cristalização de sais (EN 12370:2001), de forma a determinar algumas das características físico-mecânicas.

3.2.2. Absorção de água à pressão atmosférica – EN 13755:2001

A absorção de água à pressão atmosférica é determinada de acordo com a EN 13755:2001 e os resultados declarados sob pedido do produtor. O princípio da determinação da absorção de água à pressão atmosférica normal baseia-se em que após a secagem até massa constante, cada provete é pesado e imerso em água à pressão atmosférica normal durante um determinado tempo. A percentagem de absorção de água é determinada através do quociente entre a massa de água absorvida por cada provete e a sua massa inicial (valor arredondado até às décimas). Os provetes poderão ser cubos, cilindros ou paralelepípedos, obtidos através de serragem ou de carotagem, que cumpram os requisitos especificados na respectiva norma. Neste estudo utiliza-se provetes cúbicos com 50 mm de lado.

O calcário negro apresenta um valor médio de absorção de água de 0,2%, valor bastante inferior ao do calcário branco, 2,6% (tabela 62). Do processo de metamorfismo a que o calcário foi sujeito, resultou uma pedra natural com um valor de absorção de água muito baixo. Por sua vez, o calcário branco, tal como é normal na região, é um material mais poroso.

3.2.3. Absorção por capilaridade – NP EN 1925:2000

A absorção por capilaridade é determinada de acordo com a NP EN 1925:2000 e os resultados declarados sob pedido do produtor. Os resultados encontram-se indicados no gráfico 27 e 28. A absorção de água é colocada em ordenada enquanto o tempo, na forma $s^{0,5}$, vem em minutos. Repare-se que na amostra CN, pelo facto de possuir um valor muito baixo de absorção de água, existe um intervalo de tempo em que é difícil a água penetrar na amostra, somente a partir dos 10 minutos de exposição à água, se começa a verificar um aumento da absorção de água com o tempo. Situação oposta é verificada com a amostra CB. Porque possui um valor de absorção de água bem superior, registando logo de início se regista uma evolução ascendente.

O coeficiente de absorção de água por capilaridade pode ser calculado através da recta de regressão ajustada aos pontos medidos na primeira parte do gráfico, caso a correlação seja superior a 0,90. Assim o coeficiente de absorção de água por capilaridade é representado pelo declive da recta de regressão linear.

Apesar do comportamento evolutivo comparado das duas amostras ser bastante semelhante, é preciso notar que o coeficiente de absorção por capilaridade da amostra CN, bastante inferior à da amostra CB. Tratam-se, portanto, de dois universos pétreos bastante distintos.

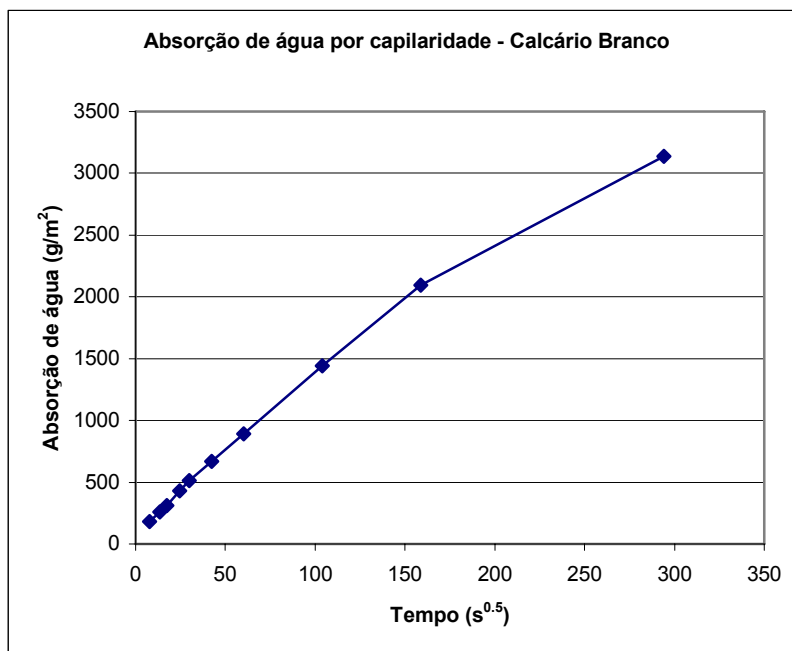


Gráfico 27 – Evolução da absorção de água por capilaridade com o tempo nas amostras de calcário branco.

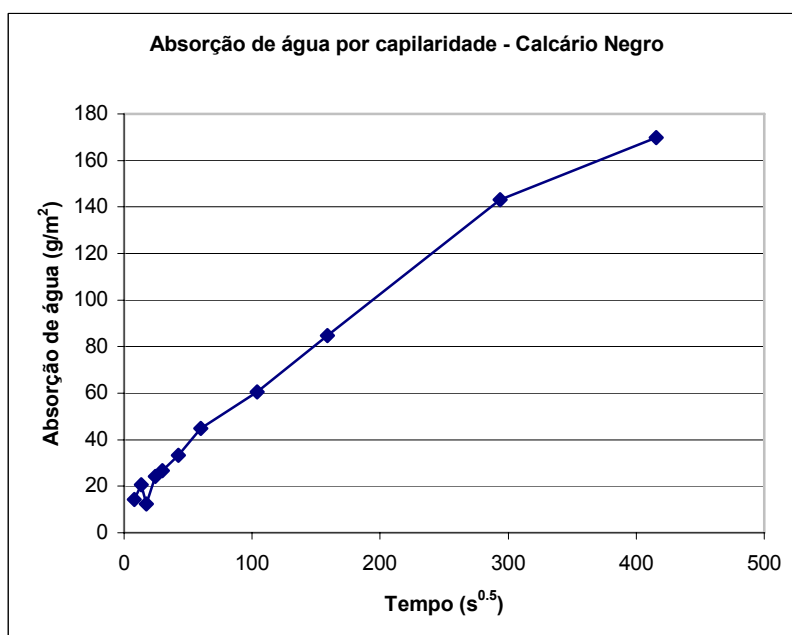


Gráfico 28 – Evolução da absorção de água por capilaridade com o tempo nas amostras de calcário negro.

Tabela 62 – Resultados do coeficiente de absorção por capilaridade.

	R^2	Coeficiente de absorção por capilaridade $\text{g/m}^2 \cdot \text{s}^{0,5}$
Calcário Branco (CB)	0,99	12,65
Calcário Negro (CN)	0,99	0,450

3.2.4. Densidade aparente e porosidade aberta – EN 1936:1999

A densidade aparente e a porosidade aberta são determinadas de acordo com a NP EN 1925:2000 e os resultados declarados sob pedido do produtor. Os resultados destas duas propriedades encontram-se indicados na tabela 63. Significativo é o valor muito baixo da porosidade aberta da amostra CN em relação à amostra CB enquanto em termos de densidade aparente não se registar uma diferença muito marcante entre as duas amostras.

Tabela 63 – Resultados da absorção de água, da densidade aparente e a da porosidade aberta.

	Absorção de água (%)	Densidade aparente kg/m^3	Porosidade aberta (%)
Calcário Negro (CN)	0,2	2680,23	0,57
Calcário Branco (CB)	2,6	2517,13	6,91

3.2.5. Resistência à compressão – NP EN 1926:2000

A resistência à compressão é determinada de acordo com a NP EN 1926:2000 e os resultados declarados sob pedido do produtor. Trata-se de um ensaio exigido unicamente para produtos de pedra natural referente a cubos e paralelepípedos. Este ensaio baseia-se no pressuposto em que, após secagem até massa constante, cada provete é colocado no centro do equipamento de ensaio. É aplicada, sobre este, uma força constante e uniformemente distribuída até que ocorra a rotura. De cada lote homogéneo são seleccionados, para ensaio, pelo menos seis provetes. Estes podem ser cubos

com 70±5 mm ou 50±5 mm de aresta ou cilindros rectos de base circular cujo diâmetro e altura sejam iguais a 70±5 mm ou 50±5 mm. Neste estudo foram utilizados cubos com 50±5 mm de lado. O cálculo da resistência à compressão é feito através da seguinte fórmula:

$$R = \frac{F}{A}$$

onde: F é a carga de rotura, em Newton; A é a área da secção transversal do provete antes do ensaio (mm²). O resultado de cada provete é expresso em MPa (N/mm²) e com, pelo menos, dois algarismos significativos.

Como se pode observar pelos resultados que estão expressos na tabela 64 a amostra de CB demonstra valores de resistência à compressão bastante inferiores à amostra de CN.

Tabela 64 – Resultados do ensaio de resistência à compressão (valores em MPa).

	Calcário Branco (CB)	Calcário Negro (CN)
Média	130,87	165,61
Desvio Padrão	11,94	10,016
Coeficiente Variação	0,0913	0,06
Máximo	145,42	194,63
Mínimo	88,65	143,16
Valor Mínimo Esperado	75,39	117,93

3.2.6. Determinação da resistência à flexão sob carga centrada – NP EN 12372:2001

A resistência à flexão sob carga centrada é determinada de acordo com a NP EN 12372:2001 e os resultados declarados sob pedido do produtor. Este ensaio aplica-se a lajes e guias para pavimentos exteriores. Após secagem até massa constante, cada provete é colocado sobre os cutelos de apoio do equipamento de ensaio. No centro da face superior do provete e através do cutelo de carga, é aplicada uma força crescente até que ocorra a rotura. Para ensaios de identificação, as dimensões dos provetes são função da sua espessura (h): a espessura deve estar compreendida entre 25 mm e 100 mm, o comprimento total (L) deve ser igual a seis vezes a espessura (h) e a distância entre os cutelos de apoio – vão (l) – deve ser igual a cinco vezes a espessura (h).

No caso de ensaios tecnológicos, uma vez que os provetes podem ser produtos finais ou serrados a partir dos mesmos, as dimensões dos provetes serão função quer das dimensões desses mesmos produtos, quer das gamas de trabalho dos equipamentos disponíveis. O cálculo da resistência à flexão sob carga centrada é efectuado pela seguinte expressão:

$$R_{ff} = \frac{3Fl}{2bh^2}$$

onde F é a carga máxima (em Newton), l é o vão (em metros), b é a largura do provete (em metros) e h é a espessura dos provetes (em metros).. O resultado de cada provete é expresso em MPa (N/mm²). Na tabela 65 encontram-se indicados os resultados das amostras CB e CN e como se pode observar a neste caso a amostra CB apresenta valores superiores de resistência à flexão relativamente à amostra CN.

Tabela 65 – Resultados do ensaio de resistência à flexão sob carga centrada (valores em MPa).

	Calcário Branco (CB)	Calcário Negro (CN)
Média	15,83	7,83
Desvio Padrão	2,13	2,83
Coeficiente Variação	0,13	0,36
Máximo	18,8	12,3
Mínimo	13,1	3,0
Valor Mínimo Esperado	11,76	3,07

3.2.7. Determinação da energia de rotura – EN 14158:2004

Esta norma europeia especifica um método para determinar a energia de rotura por impacto em pedras naturais. Após secagem até massa constante de cada provete, a energia de rotura por impacto é determinada através da queda de uma bola esférica de aço a partir de alturas “crescentes” até que o provete quebre. Para testes de identificação devem ser seleccionados 6 provetes. Para testes tecnológicos, o número de provetes deve estar de acordo com o tamanho do lote de controlo. Os provetes devem ser secos até massa constante à temperatura de 70±5 °C.

Um dos 6 provetes é considerado “controlo”. É colocado na base de areia numa posição em que o centro das suas principais faces esteja na linha

vertical do centro da bola. O provete tem que estar na horizontal. A bola de aço é então largada de uma altura de 100 mm, medidos a partir do ponto mais baixo da bola.

Se o provete não quebrar a altura de queda da bola é aumentada em passos de 50 mm até quebrar. A altura a que o provete de controlo quebra é então registada (h_t). O teste deve ser repetido para os restantes 5 provetes sendo a altura da bola inicial $h_i=(h_t-150)$ mm e um mínimo de 100 mm. A altura de rotura de cada provete é então registada. Se o provete quebrar no primeiro impacto o resultado deve ser rejeitado.

A energia de rotura é dada pela seguinte expressão:

$$W = m \times g \times h$$

onde m é a massa da bola (g), g é a aceleração da gravidade (m/s^2) e h é a altura de queda da bola (mm). Finalmente, W é a energia de rotura (J). Na Tabela 66 encontram-se indicados os resultados referentes à amostra CN enquanto na tabela 67 se encontram indicados dados correspondentes à amostra CB. Como se pode observar os resultados obtidos para a energia de rotura foram substancialmente superiores para as amostras CB. É ainda de salientar que alguns resultados discrepantes de alguns provetes, em ambas as amostras, podem ser resultado da presença de algumas fracturas internas nos mesmos.

Tabela 66 – Resultados da energia de rotura da amostra CN.

Amostra	Peso (g)	Altura h (mm)	Energia de Ruptura $W=mxgxh$ (Joules)	Nota
Controlo	7200,9	250		
1	6888,2	350	3580,98	Pequena fractura aos 300mm
2	7547,7	300	3069,42	
3	7206,8	200	2046,28	
4	7573,4	200	2046,28	
5	7527,5	350	3580,98	Fractura aos 300mm Pequena fractura aos 200mm
6	7591,4	250	2557,85	
$W_{\text{médio}} =$			2813,63	
$m_{\text{Bola}} = 1043,38 \text{ g}$				
$g = 9,806 \text{ m/s}^2$				

Tabela 67 – Resultados da energia de rotura da amostra CB.

Amostra	Peso (g)	Altura h (mm)	Energia de Ruptura W=mxgxh (Joules)	Nota
Controlo	7200,9	350		
1	6888,2	350	3580,98	
2	7547,7	350	3580,98	
3	7206,8	500	5115,69	Fractura aos 450mm
4	7573,4	400	4092,55	Pequena fractura aos 350mm
5	7527,5	350	3580,98	
6	7591,4	350	3580,98	
W _{médio} =			3922,03	
m _{Bola} = 1043,38 g				
g= 9,806 m/s ²				

3.2.8. Cristalização de sais – EN 12370:2001

A presente norma especifica um método de ensaio para avaliação da resistência relativa aos danos causados pela cristalização de sais em pedras naturais cuja porosidade aberta, determinada de acordo com a EN 1936, seja superior a 5%. Não é necessário executar este ensaio em pedras naturais que apresentem baixa porosidade aberta. Após secagem até massa constante, cada provete é imerso numa solução de sulfato de sódio decahidratado a 14%, seco e arrefecido até atingir a temperatura ambiente. Este ciclo é executado 15 vezes, sendo calculado, no final, a diferença de massa em percentagem. De cada lote homogéneo devem ser seleccionados, para ensaio, pelo menos 6 provetes considerados representativos da amostra a ensaiar. Devem ser preparados cubos de (40±1) mm de lado.

Os resultados, expressos sob a forma da percentagem de diferença de massa, encontram-se indicados no Tabela 68. De referir que as amostras CB demonstraram todas um aumento de massa, enquanto que as amostras CN não apresentam todas a mesma tendência, sendo que na maior parte delas se verificou um decréscimo de massa.

Tabela 68 – Resultados do ensaio de cristalização de sais.

Calcário Negro (CN)						
Amostra	1	2	3	4	5	6
Massa inicial	344,06	345,96	333,31	349,32	330,80	351,84
Massa final	343,98	345,98	333,28	349,31	330,75	351,91
$\Delta M =$	-0,023	0,0058	-0,009	-0,0027	-0,015	0,020
Calcário Branco (CB)						
Massa inicial	314,96	317,71	318,55	320,08	314,50	326,00
Massa final	317,86	319,20	322,21	323,63	317,12	329,00
$\Delta M =$	0,92	0,47	1,15	1,11	0,83	0,92

3.2.9. Conclusão

Os resultados obtidos com materiais geológicos do mesmo tipo mas com características diferentes ajuda a compreender a utilidade dos ensaios de caracterização e da própria marcação CE. De facto, apesar de se estar perante duas rochas carbonatadas elas apresentam propriedades bastante distintas, fruto do fenómeno de metamorfismo no calcário negro (CN), sendo fundamental a sua devida caracterização de modo a identificar as suas principais aptidões para aplicação (Tabela 69).

A amostra CN é de cor escura e devido ao metamorfismo apresenta valores de absorção de água e de porosidade baixos, enquanto que os valores de densidade aparente e de resistência à compressão são elevados. Trata-se de um material resistente a uma carga e muito pouco absorvente.

No entanto, em termos de resistência à flexão e à carga de rotura, a amostra CN apresenta-se mais frágil que a amostra CB. Este facto é importante uma vez que em chapa e quando colocado em pisos, a amostra CN apesar de ser muito pouco absorvente é bastante frágil quando sob impacto de um corpo em queda.

Os resultados do ensaio de cristalização de sais reflectem os valores de absorção de água e de porosidade aberta. De facto, a amostra CN porque é pouco absorvente, mostra menor aptidão à penetração de sais e, por este motivo, se verifica uma diferença tão pequena entre os valores inicial e final. Os valores negativos reflectem pequeníssimas perdas de massa durante o ensaio e eventualmente o erro inerente ao próprio procedimento de pesagem. Significativos serão os valores obtidos para a amostra CB: esta amostra,

porque é mais porosa e absorvente, os sais cristalizam e acumulam-se nela com mais facilidade, o que tenderá a fragilizar a rocha.

Tabela 69 – Resumo dos resultados obtidos, para as amostras de pedra natural.

	CB	CN
Absorção de água PA (%)	2,6	0,2
Absorção de água Cap ($\text{g/m}^2 \cdot \text{s}^{0,5}$)	12,65	0,450
Densidade aparente (Kg/m^3)	2517,13	2680,23
Porosidade Aberta (%)	6,91	0,57
Resistência Compressão (Mpa)	130,87	165,61
Resistência Flexão (MPa)	15,83	7,83
Energia Rotura (Joules)	3922,03	2813,63
Cristalização de sais ($\Delta M_{\text{med.}}$)	0,900	-0,004

Em conclusão, é interessante verificar como um material rochoso que é mais denso e que possui maior resistência à compressão, revela maior fragilidade ao nível da resistência à flexão e à energia de rotura, o que atribuímos à recristalização dos minerais da rocha provocada pelos fenómenos de metamorfismo.

Os resultados obtidos constituem parte do processo com vista à marcação CE que é bastante exaustivo e de alguma complexidade. Com este trabalho pretendeu-se apresentar alguns ensaios de caracterização, adaptados às novas normas de forma a poder obter-se a marcação CE

O alargamento do Espaço Económico Europeu, associado com a concorrência internacional, provocou uma quebra dos preços da pedra natural. Sendo as exportações um larga quota de mercado neste sector, os produtores de pedra natural devem apostar num reforço da qualidade destes produtos. Assim, a marcação CE da pedra natural é um instrumento fundamental para a competitividade no mercado de exportações de pedra natural.

3.3. Considerações finais

Uma vez que os desafios impostos são cada vez maiores, quer pela crescente globalização dos mercados, quer pelo aumento de competitividade das indústrias do mercado europeu, é necessário apostar na qualidade dos produtos, sendo a marcação CE é um instrumento fundamental na competitividade no mercado de exportações. Assim as indústrias de produtos de construção, que pretendam comercializar os seus produtos no Espaço Económico Europeu, terão de proceder à marcação CE dos seus produtos. A figura 3 resume os processos desta marcação.

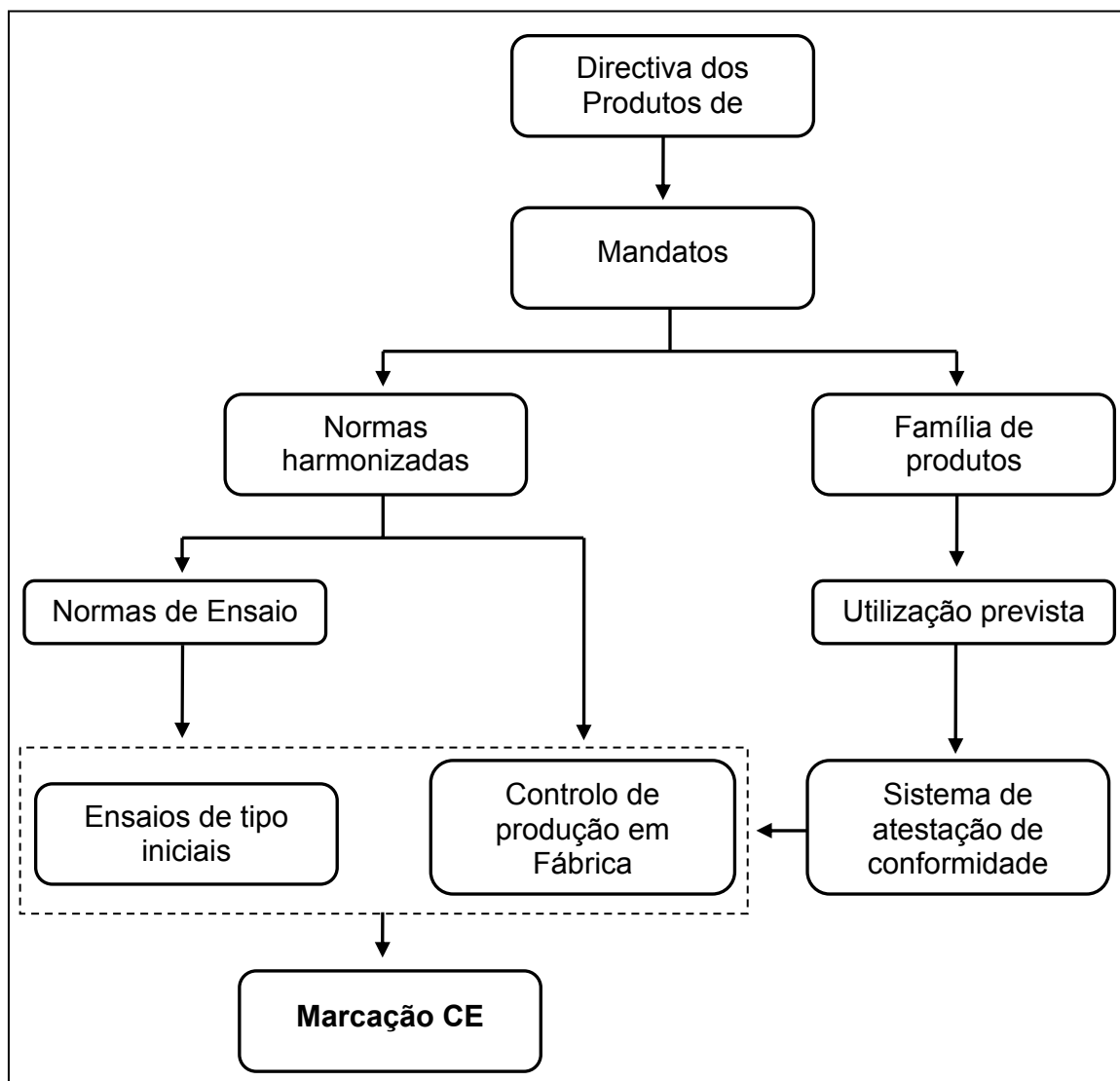


Fig.3 – Esquema da sequência de acções para implementar a marcação CE em produtos de construção.

A marcação CE simboliza a conformidade com os interesses públicos essenciais abrangidos pelas directivas em questão. Por conseguinte, tem de ser considerada como uma informação essencial para as autoridades dos Estados-Membros, bem como para outras partes relevantes (por exemplo, distribuidores, consumidores e outros utilizadores). Deste modo, o requisito de visibilidade significa que a marcação CE deve estar facilmente acessível a todas as partes.

Mas para que o sistema de Marcação CE funcione os Estados-Membros devem prever, na sua legislação nacional, medidas adequadas tanto para prevenir o abuso e a má utilização da marcação CE, como para reparar a situação se um tal abuso ou má utilização tiver lugar. Desta forma, as autoridades competentes devem, por conseguinte, ter à sua disposição instrumentos jurídicos que lhes permitam agir quando a utilização indevida da marcação CE é evidente, devendo ser tomadas medidas para impor a conformidade e contra os responsáveis por um produto não conforme ostentar a marcação CE.

Os ensaios laboratoriais, foram realizados no Laboratório de Geotecnia do Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Não sendo um laboratório certificado, apesar dos diversos equipamentos disponíveis, é de salientar que, infelizmente, não foi possível realizar todos os ensaios necessários para a caracterização dos agregados e da pedra natural. Assim os resultados obtidos não pretendem realizar a marcação CE dos materiais em causa mas sim, explicitar os mecanismos necessários para tal.

BIBLIOGRAFIA

Comissão Europeia, 2000. Guia para aplicação das directivas elaboradas com base nas disposições da nova abordagem e da abordagem global, 106p

Comissão Europeia, (1997) Mandate 119 – Floorings, 17p

Comissão Europeia, (1998) Mandate 121 – Internal and external wall and ceiling finishes, 23p

Comissão Europeia, (1998) Mandate 125 – Aggregates, 17p

Decreto-Lei n.º 113/93, de 10 de Abril de 1993. Diário da República – I Série – A.

Directiva 89/106/CEE do Conselho, de 21 de Dezembro de 1988. Directiva dos Produtos de Construção. Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 40 de 11.2.89, pp12-26.

Directiva 93/68/CEE do Conselho, de 22 de Julho de 1993. Alteração da Directiva 89/106/CEE. Jornal Oficial das Comunidades Europeias n.º L 220 de 30.8.93, pp5-6..

EN 12407:2000 Natural stone test methods. Petrographic examination.

EN 12371:2001 Natural stone test methods. Determination of frost resistance.

EN 14158:2004 Natural stone test methods – Determination of rupture energy.

EN 12620:2002 Aggregates for concrete

NP EN 1341:2004 Lajes de pedra natural para pavimentos exteriores. Requisitos e métodos de ensaio.

NP EN 1342:2004 (Ed.2) Cubos e paralelepípedos de pedra natural para pavimentos exteriores. Requisitos e métodos de ensaio.

NP EN 1343:2005 (Ed.1) Guias de pedra natural para pavimentos exteriores. Requisitos e métodos de ensaio.

NP EN 12326-1:2005 (Ed.1) Ardósias e produtos em pedra para coberturas descontínuas e revestimentos de paredes Parte 1: Especificações dos produtos.

NP EN 13755:2005 (Ed.1) Métodos de ensaio para pedra natural Determinação da absorção de água à pressão atmosférica normal.

NP EN 12370:2001 – Métodos de ensaio para pedra natural. Determinação da resistência à cristalização de sais.

NP EN 1926:2000 Métodos de ensaio para pedra natural. Determinação da resistência à compressão.

NP EN 12372:2001 Métodos de ensaio para pedra natural. Determinação da resistência à flexão sob carga centrada.

NP EN 1925:2000 (Ed.1) Métodos de ensaio para pedra natural. Determinação do coeficiente de absorção de água por capilaridade.

NP EN 1936:2001 Métodos de ensaio para pedra natural. Determinação das massas volúmicas real e aparente e das porosidades total e aberta.

NP EN 13450:2003 Agregados para balastro de vias férreas.

NP EN 932-1:2000 Ensaio para a determinação das propriedades gerais dos agregados. Parte 1: Métodos de amostragem.

NP EN 932-2:2002 Ensaio das propriedades gerais dos agregados. Parte 2: Métodos de redução de amostras laboratoriais.

NP EN 933-1:2000 Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 1: Análise granulométrica. Método de peneiração.

NP EN 933-2:1999 Ensaio para determinação das características geométricas dos agregados. Parte 2: Determinação da distribuição granulométrica. Peneiros de ensaio, dimensão nominal das aberturas.

NP EN 933-3:2002 Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 3: Determinação da forma das partículas. Índice de achatamento.

NP EN 933-4:2002 Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 4: Determinação da forma das partículas. Índice de forma.

NP EN 933-8:2002 Ensaio das propriedades geométricas dos agregados. Parte 8: Determinação do teor de finos. Ensaio do equivalente de areia.

NP EN 933-8:2000 Ensaios das propriedades geométricas dos agregados. Parte 9: Análise dos finos. Ensaio do azul de metileno.

NP EN 1097-1:2002 Ensaios das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 1: Determinação da resistência ao desgaste (micro-Deval).

NP EN 1097-2:2002 Ensaios das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 2: Métodos para a determinação da resistência à fragmentação.

NP EN 1097-6:2003 Ensaios das propriedades mecânicas e físicas dos agregados. Parte 6: Determinação da massa volúmica e de absorção de água.

Paiva JV, 2002. Directiva dos produtos de construção. Presente e futuro. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, pp 1-26

Spínola SV, Carvalho MM, 2005. A importância da marcação CE da Pedra natural no comércio europeu – Aspectos da nova normalização para rochas ornamentais. IV Seminário Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território, pp E47-E51

Velho J, Gomes C, Romariz C, 1998. Minerais Industriais. Geologia, Propriedades, Tratamentos, Aplicações, Especificações, Produções e Mercados. G.C. – Gráfica de Coimbra, Lda, 591p